

الاختلاف اليومي للمنظر ويساوي الفرق بين المسافة السمتية لجرم سماوي كما يراه راصد من على سطح الأرض والمسافة لنفس الجرم السماوي عند مركز الأرض.

والشمس والتي تم إستنتاجها من أرصاد الرادار على عطارد والزهرة هي ١٤٩٥٩٧٨٩٢ كم بخطأ قدره من ٢ إلى ٥ كم. (وتستخدم عالميا القيمة ١٤٩٦٠٠٠٠٠ كم كوحده فلكية وذلك عند القيام بتعيين المسافات في المجموعة الشمسية أو للنجوم المزدوجة).

اختلاف منظر الدوران

rotational parallax
parallaxe de rotation (sf)
Rotationsparallaxe (sf)

← اختلاف المنظر

اختلاف المنظر

parallax
parallaxe (sf)
Parallaxe (sf)

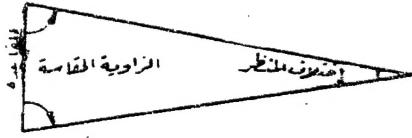
(١) الزاوية بين خطين يصلان إلى نقطة واحدة من مكانين مختلفين، أى الزاوية التي تقابل الخط (القاعدة) الواصل بين مكانين مختلفين عند النقطة المحصورة. ومع ثبات طول القاعدة فإن اختلاف منظر نقطة ما يأخذ في الصغر كلما بعدت هذه النقطة عن القاعدة. لذلك يمكن تعيين المسافات بواسطة قياس اختلاف المنظر. ولهذا السبب نفهم في الفلك تحت إصطلاح اختلاف المنظر أيضا

(٢) بعد أى جرم سماوي.

يحدث تغيير في مكان الراصد بالنسبة لجرم سماوي معين بواسطة (١) دوران الأرض، (٢) حركة الأرض حول الشمس، (٣) حركة الشمس ومعها مجموعة الكواكب بالنسبة للنجوم القريبة. ونتيجة لهذه التغيرات الدائمة في مكان الراصد فإن مساقط الأجرام السماوية على السماء تختلف باستمرار. ويسمى ما ينتج عن ذلك من اختلاف في المكان بحركة اختلاف المنظر. وحسب الأسباب الثلاثة لاختلاف المنظر فإننا نميز بين ثلاثة أنواع لحركة اختلاف المنظر وثلاثة أنواع لاختلاف المنظر.

(١) الاختلاف اليومي للمنظر، وهو الزاوية المقاسة عند الجرم السماوي في المجموعة الشمسية بين كل من الاتجاه إلى مركز الأرض وإلى راصد على سطحها. وبسبب حركة المشاهد اليومية نتيجة دورانه حول محور الأرض فإن الاختلاف اليومي للمنظر يتأرجح دوريا بين نهاية صغرى، عندما يتواجد الجرم السماوي على خط الزوال، وبين نهاية كبرى، عندما يكون فوق الأفق. وبالنسبة للنهاية الكبرى، فإن الاختلاف الأفقي للمنظر π فإن $\frac{a}{r} = \pi$ وذلك عندما يكون a نصف قطر الأرض، r البعد بين مركزها وبين الكوكب. يبلغ الاختلاف اليومي للمنظر في حالة الشمس في المتوسط ٨٧٩ ر'' بينما نظيره صغير جدا بالنسبة للنجوم الأخرى وذلك بسبب بعد النجوم الهائل. ونظرا لقرب القمر الشديد من الأرض، فلا بد من مراعاة اختلاف شكل الأرض عن الكرة، أى اختلاف طول القاعدة من مركز الأرض إلى مكان الراصد بالنسبة للعروض الجغرافية المختلفة. تبلغ أكبر قيمة لاختلاف منظر القمر، أى الاختلاف الأفقي الإستوائى حوالى ٣٤٢٢٤٥ ر''، وتحدث عندما يتواجد القمر في أفق المكان على خط الإستواء.

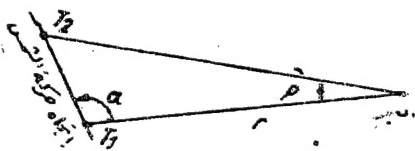
من رصد الأجرام السماوية، أفراد المجموعة الشمسية. تنتج مواقع مختلفة للجرم السماوي على الكرة السماوية، وذلك إذا أخذنا الأرصاد من أماكن مختلفة على سطح الأرض. وحتى يمكن مقارنة هذه الأرصاد ببعضها ننسبها جميعا إلى مركز



(٣) لتوضيح فكرة تعيين اختلاف المنظر.

عن الشمس - مع زيادة المسافة تقل قيمة اختلاف المنظر والعكس - فإن هذه القاعدة تستخدم لتعيين أبعاد النجوم . فمثلا إذا كان البعد بين الشمس والنجم 3.0856×10^{13} كم فإن الاختلاف السنوي للمنظر يصبح ثانية قوسية واحدة . لذلك تسمى هذه المسافة بثانية اختلاف المنظر أو البارسل وتستخدم كوحدة قياس طوليه في الفلك النجمي . وبين الاختلاف السنوي للمنظر π بالثواني القوسية بالنسبة لنجم ما وبين بعده s بالبارسل تنطبق العلاقة $\pi = \frac{1}{s}$. ومن ناحية الرصد فإنه يمكن قياس اختلاف سنوي في المنظر أكبر من حوالي ٠.١°.

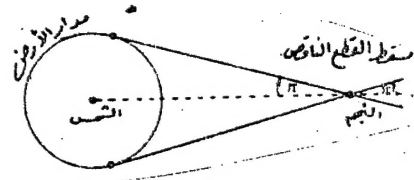
(٣) الاختلاف الحقيقي للمنظر : تتحرك الشمس ومعها كل مجموعتها الكوكبية بالنسبة للنجوم القريبة بسرعة حوالي ٢٠ كم ث . ولو رصدنا الشمس من على نجم آخر فإنها تُرى في زمنين مختلفين في منطقتين مختلفتين من مدارها . ويحصر إتجاهي الرصد عند النجم زاوية تسمى بالاختلاف الحقيقي للمنظر . وتزداد قيمة الاختلاف الحقيقي للمنظر دائما مع طول الفترة الزمنية بين النقطتين . ومع الشمس في حركتها تشترك الكواكب والأرض أيضا ، التي تُرى منها النجوم مسقطة على الكرة السماوية . وتنمكس حركة الشمس في إزاحة للنجم على الكرة السماوية أي خلال حركة ذاتية . إلا أنه لا بد أن نأخذ في الاعتبار أن النجم المنسوب إليه الحركة له أيضا حركة ذاتية



(٤) الاختلاف الحقيقي للمنظر.

الأرض ، أي أننا نتقل بالإحداثيات من على سطح الأرض إلى مركزها ، الشيء الذي يتم بإضافة الاختلاف اليومي في المنظر إلى الإحداثيات على سطح الأرض .

(٢) الاختلاف السنوي للمنظر : وهو الزاوية المقاسة عند جرم سماوي بالثواني القوسية بين كل من الإتجاه إلى الأرض وإلى الشمس . فتبعا لحركة الأرض السنوية حول الشمس تتغير قيمة الزاوية دوريا . ولما كان نجم ما يُرى مُسقطة على السماء من نقط مختلفة في مدار الأرض فإن النجم يصنع ظاهريا على الكرة السماوية قطع ناقص يقطعه النجم خلال



(٢) حركة اختلاف المنظر السنوية للنجوم.

عام . وإذا ما تواجد النجم في دائرة البروج ، فإن القطع الناقص يتحول إلى خط ، أي أن الاختلاف السنوي لمنظر النجم يتأرجح هنا وهناك . وإذا تواجد النجم في القطب من دائرة البروج فإن القطع الناقص يتحول إلى دائرة . وفي المعنى الدقيق فإن نصف القطر الأكبر (مقاسا بالثواني القوسية) في القطع الناقص يسمى بالاختلاف السنوي للمنظر . وهذا عبارة عن الزاوية التي يبدو عليها نصف القطر الأكبر لمدار الأرض من النجم . بذلك نحصل على إمكانية سهلة لقياس الاختلاف الشوي للمنظر : إذا قسنا نصف القطر الأكبر في قطع اختلاف المنظر الناقص على الكرة السماوية ورمزنا لطول نصف القطر الأكبر لمدار الأرض بالرمز a وإلى بعد النجم بالرمز s فإن اختلاف المنظر π يعطى بالعلاقة $\sin \pi = \frac{a}{s}$. ولما كان الاختلاف السنوي للمنظر ، بسبب صغر الزاوية ، يتناسب تقريبا تناسباً عكسياً مع بعد النجم

مباشرة ، بدون معرفة ضرورية بأبعاد نجوم أخرى .
ويختلف الوضع بالنسبة للطرق النسية أو الثانوية ،
التي ينتمى إليها طرق تعيين اختلاف المنظر الفوتومتري
والدوراني ، فهذه تستلزم معرفة مسافات نجوم
أخرى .

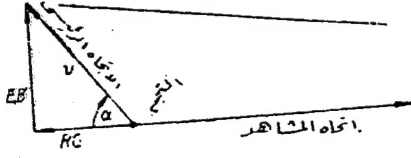
(١) اختلاف المنظر الهندسي :

إن أساس تعيين اختلاف المنظر الهندسي هو شكل
الاختلاف السنوي لمنظر النجوم . فنعين لذلك قطع
اختلاف المنظر الناقص للنجم المراد ، والذي ينشأ من
حركة الأرض حول الشمس كالآتي : نعين قطع
اختلاف المنظر بالنسبة للنجوم المجاورة خافتة الضوء .
ويمكن الافتراض بأن هذه النجوم تصنع لبعدها
الشديد اختلاف منظر صغير جدا بدرجة تمكن من
إهماله ، بدون أن تتأثر قياسات اختلاف منظر النجم
تحت الاختبار . يعطى نصف القطر الأكبر لقطع
اختلاف المنظر ما نبحت عنه من اختلاف منظر النجم
ومنه نستخرج بعد النجم بمعونة نصف قطر مدار
الأرض المعروف . أما الخطأ المتوسط في تعيين نصف
القطر الأكبر في قطع اختلاف المنظر فيمكن بمساعدة
طرق الأرصاد والتحليل الحديثة أن ينخفض
إلى ± 0.003 ر. وبمقارنة أرصاد قياس المسافات
لنفس النجم من مراصد مختلفة نحصل على خطأ أكبر
من ذلك بعض الشيء ، هو حوالي ± 0.1 ر. وعليه
فإن حدود تطبيق هذه الطريقة تقف حاليا عند النجوم
التي لا يزيد بعدها عن ١٠٠ بارسك . وتعتبر هذه
الطريقة أهم الطرق نظرا لحلولها من آية افتراضات .
كان أول قياس لاختلاف المنظر الهندسي في عام
١٨٣٨/١٨٣٩ وهو ما قام به «بيزل» للنجم ٦١ -
الدجاجة . وحتى الآن فإننا نعرف اختلاف المنظر
الهندسي لحوالي ٧٥٠٠ نجم ، وإن كان نصف هذا
العدد يقع تحت الخطأ المتوسط . وأكبر اختلاف منظر
هندسي هو ٧٦٢ ر. أي ما يقابل بُعدا قدره
١٣٩ بارسك للنجم الأقرب القنطوري ٧٥١ ر.

حقيقية ، بحيث أنه في حالة نجم واحد فقط لا يمكننا
التمييز بين الجزء من الحركة الذاتية الناشئ فعلا من
حركة النجم ذاته والجزء الآخر الذي مصدره اختلاف
في المنظر .

ولما كانت قيمة الاختلاف في المنظر تعتمد على
بعد الجرم السماوي ، لذلك فإن اختلاف المنظر يمكن
إستخدامه في تعيين المسافات في حالة النجوم ، إذا
عرفنا فقط طول القاعدة . وهذه هي نفس
الطريقة التي تستخدم في أعمال المساحة لقياس
المسافات على سطح الأرض . فعند كل من نهايتي
قاعدة تقاس الزاوية بين مكان الهدف المراد تحديد
مسافته وبين نقطة النهاية الأخرى للقاعدة . ومن
هاتين الزاويتين ومن طول القاعدة يمكن إستخراج
الزاوية عند النقطة H وكذلك اختلاف منظرها
بالنسبة للقاعدة ثم يمكن حساب البعد بين النقطة
 H والقاعدة . ولا يمكن إستخدام الاختلاف
اليومي للمنظر في تعيين أبعاد النجوم ، لأن القاعدة
المقامة ، أي قطر الأرض صغير جدا ، لدرجة أن
اختلاف المنظر اليومي لنجم ما يصبح صغيرا بدرجة
تجعل قياسه صعبا ، وذلك نظرا لبعد النجم الشديد .
في مقابل ذلك يمثل قياس الاختلاف السنوي للمنظر
إمكانية أحسن لتعيين مسافات النجوم . ويتطلب هذا
أن يكون نصف القطر الأكبر لمدار الأرض حول
الشمس ، والذي يبلغ حوالي ١١٠٠٠ مرة أكبر من
قطر الأرض ، معروفا بدقة بالغة ، ولتحديد هذا
الطول نقيس اختلاف منظر الأجرام السماوية في
المجموعة الشمسية ، والتي يمكن أن نعين لها القاعدة
بدقة متناهية على سطح الأرض (—————)
اختلاف المنظر للشمس .

بالتحديد فإننا نميز في تعيين مسافات النجوم بين
طريقتين ، المطلقة (الأولية) والنسبية (الثانوية) .
ففي الطرق الأولية أو المطلقة ، التي ينتمى إليها ما يلزم
لتعيين كل من اختلاف المنظر الهندسي والحقيقي
والنجمي والديناميكي نحصل على بعد الشمس



(٥) إختلاف منظر تيار النجوم .

مسافة النجم . وبالنسبة للمسافة EB المقطوعة في الثانية الواحدة عموديا على الخط الواصل بين النجم والمشاهد فإنه ينطبق : $EB' = v \cdot \sin \alpha$.

ومن الفارق الزمني بين الرصدتين اللازمين لقياس الحركة الذاتية ، نحصل بجانب حركة النجم الذاتية ، أى المسافة المقطوعة على الكرة السماوية ، أيضا على المسافة التي قطعها النجم في الفضاء . ويلزم لذلك فقط أن نضرب EB في فارق الزمن ومن الحركة الذاتية مقاسة بالمقياس الطولي مرة ومقاسة بالزاوية مرة أخرى تنتج مسافة النجم بعلاقة هندسية بسيطة . ولابد في هذه الطريقة من تحديد السرعة v للحشد في الفضاء ولو لنجم واحد على الأقل وذلك بقياس كل من حركته الذاتية وسرعته الخطية .

إن إختلاف منظر تيار النجوم مؤكد إلى حد ما نظرا للحركة الذاتية الكبيرة نسبيا لأفراد الحشد ، والتي يمكن قياسها بسهولة ودقة وكذلك نظرا للدقة المعروفة بها مستقر حركة الحشد . ويبلغ الخطأ المتوسط في هذه الطريقة حوالى من ٢٠ إلى ٥٠ ٪ ونحدث فقط أخطاء حاسمة إذا اعتبر نجم مجالى كفرد من الحشد . يصل عدد النجوم التي تم تحديد أبعادها بهذه الطريقة بضع مئات ويبلغ مدى الطريقة إلى مسافة ٥٠٠٠ بارسك . وقد تم بهذه الطريقة تعيين مسافة نجوم الثريا وتبلغ ١٢٦ بارسك . وكان «بوس» في عام ١٩٠٨ أول من قاس إختلاف منظر تيار النجوم وذلك على حشد القلاص .

(٤) الإختلاف (الإفتراسي) الديناميكي

للمنظر :

في حالة المزدوجات البصرية ، التي نعرف فيها

للنجم ألفا القنطوري الذي يوجد على بعد ١٣٣ بارسك .

(٢) الإختلاف الحقيقي للمنظر :

إن حركة إختلاف منظر النجوم في السماء ، التي تنشأ من حركة الشمس بالنسبة لمجموعة النجوم القريبة يمكن إستخدامها لتعيين مسافات تلك النجوم . ولما كان من الصعب الفصل بين الإختلاف الحقيقي والحركة الذاتية للنجم ، فإن هذه الطريقة تُطبق فقط في حالة مجموعات النجوم . وفي هذا الشأن لابد من إفتراض أن مجموعة النجوم المراد قياس إختلاف منظرها تقع على نفس المسافة منا وأن حركتها في داخل المجموعة من ناحية القيمة والإتجاه على غير نظام ، أى عندما نأخذ المتوسط فإن هذه القيم تتلاشى مع بعضها بحيث يبقى الإختلاف المنتظم للمنظر فقط ، والذي نسيبه حركة الشمس . من سرعة الشمس v يمكن حساب المسافة المقطوعة بين الزمنين T_1 ، T_2 . علاوة على ذلك فإن المسافة الزاوية α لنجم من المجموعة بين إتجاه النجم وإتجاه نقطة ثابتة في مدار الشمس ممكنة القياس . وبهذا نستطيع إستنتاج إختلاف المنظر p على السماء الذي يساوى الزاوية p بين الإتجاهين من النجم إلى النقطتين في مدار الشمس ، وبالمثل فإن المسافة المتوسطة r تعطى بالعلاقة

$$r = v(T_2 - T_1) \frac{\sin \alpha}{\sin p}$$

(٣) إختلاف منظر تيار النجوم :

ويقاس هذا أيضا على أساس الطريقة الهندسية . وتعتمد هذه الطريقة على الإتجاه والسرعة لحركة نجوم حشد نجمي متحرك يمكن إفتراضه كتيار من النجوم . فن أرصاد متباعدة زمنيا بدرجة كافية يمكن بطريقة سهلة نسبيا تعيين الحركة الذاتية لأفراد الحشد . كما يمكن أيضا قياس المسافة الزاوية α للنجم تحت الإختبار وذلك من إتجاه المستقر ، أى إتجاه حركة الحشد . وإذا ما عرفنا كذلك السرعة v للحشد ككل في الفضاء فإننا نستطيع بهذه المعلومات تعيين

السرعة المتوسطة للنجوم بالنسبة للشمس تعتمد على كل من الطول المجرى وبعده النجوم عن الشمس . وتصف معادلات «أورت» للدوران (—) ويمكن بحجة سكة التبانة) هذه العلاقة المتظمة . ويمكن بمعونة هذه المعادلات إستنتاج بعد النجوم عن الشمس من كل من السرعات الخطية المرصودة والطول المجرى المعروف . وترداد دقة الطريقة كلما إزداد بعد النجوم عن الشمس ، أى كلما زادت قيمة السرعة الخطية الناشئة من الدوران التفاضلى ، إذ تبدو فى مقابل ذلك السرعات الخطية الذاتية للنجوم فى الفضاء صغيرة . إن حدود تطبيق هذه الطريقة مشروط بمدى المطاييف النجمية . وقد تم تطبيقها بنجاح لتعيين مسافات نجوم دلتا قيناوى ومسافات السدم الكوكبية والحشود النجمية ، كما أنها أستخدمت حديثا للتحقق من مسافات سحب الهيدروجين المتعادل ، الذى أمكن بمساعدته كشف النقاب عن التركيب الخلزوى لمجرة سكة التبانة .

(٦) الاختلاف الفوتومتري للمنظر :

إذا ما عرفنا اللمعان المطلق M لنجم ما وكان لمعانه الظاهرى المقاس m فإن المسافة بالبارسك تنتج من العلاقة

$$M - m = 5 - 5 \cdot \log r$$

(— — — — —) اللمعان . وفى ذلك لابد من إفتراض أن اللمعان الظاهرى لم يتأثر بأى إستبعاد فى مادة ما بين النجوم أو فى داخل الغلاف الجوى الأرضى . أما التغير الممكن حدوثه بواسطة هذه المؤثرات فلا بد من تداركه ولو تقريبا بالحساب قبل إستخدام هذه العلاقة . وترجع صعوبة إستخدام المعادلة المذكورة إلى عدم دقة معلوماتنا عن اللمعان المطلق للنجوم . فلو حاد على سبيل المثال ، اللمعان المطلق الحقيقى عما هو مفروض بقدر واحد فإن هذا يعطى قبا لإختلاف المنظر يصل الخطأ فيها إلى ٥٠ ٪ . وعلى حسب الوسيلة التى تم بها تعيين اللمعان المطلق للنجوم فإننا نميز بين طرق فوتومترية عديدة :

مدار التابع حول النجم الرئيسى ، يمكن تحديد المسافة مباشرة ، عندما نعرف من الأرصاد الطيفية سرعة التابع فى مداره . فن زمن الدور و سرعة الدوران فى المدار تنتج المسافة المتوسطة بالقياس الطولى ، ومن البعد الخطى والبعد الزاوى بين النجمين نحصل على المسافة بين المزدوج والأرض . ولا يمكن فى حالة كثير من المزدوجات البصرية تحديد سرعة الدوران فى المدار طيفيا ، لكنه من الممكن بالنسبة لهذه النجوم وعلى أساس إفتراضات متفق عليها ، إستنتاج المسافة المتوسطة a بين النجمين بالوحدات الفلكية ، وذلك بتطبيق قانون كبلر الثالث $a^3 = (M_1 + M_2) P^2$.

حيث M_1 ، M_2 هما كتلتى النجمين بوحدات الشمس بينما P هى زمن دورة التابع حول النجم الرئيسى بالسنين . ويمكن تعيين زمن الدورة بدقة بالغة ، إلا أن الكتل غير ممكن تحديدها مباشرة ، ولذلك لابد من بعض الإفتراضات المعقولة عن الكتلة . فعلى سبيل المثال يمكن التصرف فى ذلك بإستخدام الكتل المناظرة للنوع الطيفى ، أو بإفتراض أن كتلة كل من فردى المزدوج قدر كتلة الشمس . وبما نحصل عليه بهذه الطريقة من تقديرات للمسافة بين النجمين ومن المسافة الزاوية بينها نستنتج بُعد المزدوج .


ترداد دقة هذه الطريقة كلما زادت الدقة فى تحديد عناصر مدار المزدوج البصرى ، إلا أنها محدودة فى مداها بضرورة أن يرى النجم كمزدوج عضوى . من هنا فإن مدى هذه الطريقة يصل إلى حوالى ٢٠٠ بارسك . وقد قام «شيلزنجير» بتعيين مسافات حوالى ٢٥٠٠ نجم مستخدما طريقة الاختلاف الديناميكى للمنظر .

(٥) إختلاف المنظر بالدوران :

نظرا للدوران التفاضلى ، أى السرعات المختلفة للنجوم فى مداراتها حول مركز مجرة سكة التبانة ، فإن

(أ) فني الاختلاف الطيفي للمنظر :

يتم تحديد اللمعان المطلق للنجوم من التوزيع في شدة بعض الخطوط الطيفية في أطيف النجوم . ولا بد أولاً من معايرة ذلك على نجوم معروف اختلاف منظرها . وتبلغ دقة تعيين اختلاف المنظر بهذه الطريقة حوالي من ٢٠ إلى ٦٠ ٪ . ومدى الطريقة يحدده اللمعان الظاهري للنجوم ، حيث يمكن فقط الحصول على طيف ذو تفريق كاف من النجوم اللامعة . أقترح هذه الطريقة كل من « آدمز » و « كول شوتر » عام ١٩١٤ .

(ب) وإذا ما أردنا استخراج مسافة نجوم خافته اللمعان فإنه من الممكن استخدام النوع الطيف لتحديد اللمعان المطلق ، حيث أن النوع الطيفي يمكن تعيينه للنجوم حتى القدر ١٥ . ويعطى ، على سبيل المثال ،  شكل هرتز سبرنج - رسل العلاقة بين النوع الطيفي واللمعان المطلق . ولا بد من معايرة هذه الطريقة بواسطة نجوم معروفة المسافة والنوع الطيفي . وما يتج بعد ذلك من اختلاف منظر النوع الطيفي له درجة دقة بسيطة ، لأن نجوم نفس النوع الطيفي يمكن أن تختلف في لمعانها المطلق . لذلك فإننا مضطرون لإعتبار قيمة متوسطة من اللمعان المطلق لنجوم نفس النوع الطيفي . ودقة ما يستتج من مسافات بهذه الطريقة صغيرا جدا وعلى وجه الخصوص بالنسبة لنجوم الأنواع الطيفية المتأخرة ، لأن التشتت في لمعانها المطلق كبير بصفة خاصة . بالإضافة إلى ذلك فإن درجة دقة الطريقة تتأثر بفعل التغيير اللوني التي تحدثه المادة غير النجمية في طيف النجوم ، لدرجة أنه يصعب معها لتصنيف الطيفي في حالة التلوين الشديد . من هنا فإن الاختلاف الطيفي للمنظر وإن كان غير عالى الدقة ، إلا أنه يحتل أهمية كبيرة جدا في الإحصاء النجمي ، حيث يمكن عن طريقة استخراج المسافات لعدد كبير من النجوم مرة واحدة .

(ج) اختلاف منظر المتغيرات :

في حالة بعض المتغيرات مثل نجوم دلتا قيفاوى ، RR السلياق يمكن من شكل المنحنى الضوئي ودورية تغيره تحديد اللمعان المطلق بدقة كبيرة نسبيا ، كما أن لنجوم دلتا قيفاوى علاقة بين الدورة واللمعان يمكن منها إستنتاج اللمعان المطلق متى عرفت مدة الدورة ولا بد في ذلك أيضا من معايرة هذه الطريقة باستخدام نجوم معروفة الأبعاد . يمكن بذلك تعيين مسافات الأجسام البعيدة جدا ، لأن المتغيرات من هذا النوع لها لمعان كبير . وتسمح الطريقة أيضا بتعيين مسافات المجموعات النجمية الخارجية التي يتم فيها رصد نجوم دلتا قيفاوى .

(د) في حالة المزدوجات البصرية ، التي يمكن الحصول على طيف نجميها يمكن تطبيق طريقة فوتومترية أخرى لتعيين المسافة . فبين كتل النجوم التي نستطيع تحديدها للنجمين في الظروف المناسبة من عناصر المدار وبين أنصاف الأقطار توجد علاقة تجريبية ، يمكن على أساسها تعيين نصف قطري النجمين . ومن نصف القطرين ودرجة الحرارة الفعلية نستخرج قوة الإشعاع ومنها بالحساب اللمعان المطلق . يعطى هذا إمكانية لتعيين ما يسمى باختلاف المنظر الطافي الإشعاعي وهو دقيق نسبيا ومداه مساو للاختلاف الديناميكي للمنظر .

(هـ) أثناء تعيين اختلاف منظر الحشود النجمية والمجموعات النجمية الخارجية يمكننا إستعمال إما اللمعان المطلق المتوسط للنظام كله أو قطره الخطي وذلك في حالة عدم وجود نجوم مميزة معروفة لمعانها المطلق . ولما كان اللمعان في مثل هذه الأجسام يقل ناحية الحافة فإن اللمعان المطلق والقطر المقاس يصبحان غير دقيقين . ومن هنا فإن الاختلافات في الأرصاد تأتي نتيجة للاختلافات في معالجة الأجزاء الخارجية . تصل هذه الطريقة إلى المجموعات

الكالسيوم . ويرجع السبب في الإقتصار على نجوم النوعين الطيفيين المبكرين O ، B إلى أن الطيف الذاتي لهذه النجوم لا يحتوى على خطوط إمتصاص كثيرة ، الشيء الذى يظهر الخطوط الغير نمطية بوضوح .

(ل) ومثل خطوط الإمتصاص غير النجمية فإنه يمكن إستعمال ما ينتج عن الغبار غير النجمي من تلوين في ضوء النجوم وذلك في التعيين التقريبي لاختلاف المنظر . وفي هذا الشأن فإن علينا فقط قياس التلوين في ضوء النجم ، أى فائض اللون ، الذى تعطى قيمته مقياسا للمسافة . في هذه الطريقة أيضا يفترض توزيع منتظم لمادة ما بين النجوم بالقرب من مستوى سكة التبانة . وبما أن اختلاف منظر التلوين من نفس الصعوبات مثل اختلاف منظر الكالسيوم .

كانت أولى القيم لاختلافات المنظر هي ما قال بتعيينها «أرستارخ» (حوالى عام ٢٦٥ ق . م) . وقد وجد هذا أن اختلاف المنظر للقمر $١٤'$ وللشمس $٥'$. ثم جاء «هيارخ» وحسّن اختلاف منظر الشمس إلى $٢٨'$.

النجمية الخافتة جدا والموجودة على بعد حوالى ٣ بليون بارسك لدرجة أنها تُرصد بالكاد .

(د) وهناك طريقة من نوع آخر يمكن إستخدامها في حالة النجوم البعيدة جدا من أى النوعين الطيفيين O أو B ، اللذان يظهر في طيفها خطوط إمتصاص مصدرها مادة ما بين النجوم . فلو افترضنا أن مادة ما بين النجوم موجودة بتوزيع منتظم بالقرب من مستوى سكة التبانة فإن عدد الفترات الغير نجمية تزداد بزيادة المسافة بين النجم والشمس ، الموجودة بالقرب من مستوى سكة التبانة ، وعليه تزداد شدة خطوط الإمتصاص . ويستلزم ذلك أيضا معايرة هذه العلاقة على نجوم معروفة مسافتها . ويرجع عدم الدقة الكبير في هذه الطريقة ، من ٥٠ إلى ١٠٠ ٪ ، إلى إفتراض التوزيع المنتظم لمادة ما بين النجوم وهو ما ليس حقيقيا . تطبق هذه الطريقة فقط في حالة الدراسات الإحصائية . ولما كنا في الغالب نستعمل فيها خطوط إمتصاص الكالسيوم فإن المسافات الناتجة تسمى باختلاف منظر

اختلاف المنظر بالطرق المختلفة

| الشمس | الأجسام المستعملة | المنظر بالبارسك |
|---------------------------------|--|-----------------|
| الإختلاف الهندسي للمنظر | حسب النجوم | ١٠٠ |
| إختلاف منظر تيار النجوم | الحشود المتحركة | ٥٠٠٠ |
| الإختلاف الديناميكي للمنظر | المزدوجات البصرية | ٢٠٠ |
| الإختلاف الطبقي للمنظر | نجوم الأنواع الطيفية A حتى M | |
| | الألغ من القدر ٨ تقريبا | ٢٠٠ |
| إختلاف منظر النوع الطبقي | النجوم الألغ من القدر ١٤ إلى ١٥ تقريبا | ٢٠٠٠ |
| إختلاف منظر المتغيرات | متغيرات دلتا قيفاوى | ١٢ مليون |
| الإختلاف الطاقى الاشعاعى للمنظر | للمزدوجات البصرية | ٢٠٠ |
| إختلاف منظر الكالسيوم | نجوم النوعين الطيفيين B ، O | ١٠٠٠ |
| إختلاف منظر التلوين | جميع النجوم | ٥٠٠٠ |

اختلاف منظر النجم الثابت

fixed star parallax
parallaxe de l'étoile fixe (sf)
Fixstern - Parallaxe (sf)

هو ← اختلاف المنظر.

آخر النهر

Achernar (A)

ألمع نجم (α) في كوكبة النهر. وللعان النجم من القدر الظاهري ٠.٦ ويتبع النوع الطيفي B5 والقوة الإشعاعية IV ويبعد عنا بحوالى ٢٥ بارسك أى ٢٥ سنة ضوئية.

إدينجتون

Eddington

هو سير آرثر ستانلى إدينجتون الفلكى الإنجليزى المولود بتاريخ ١٩٤٤/١١/٢٨ فى كندال والمتوفى بتاريخ ١٩٤٤/١١/٢٢ فى كامبردج؛ منذ عام ١٩١٣ استاذ ومنذ عام ١٩١٤ مدير مرصد كامبردج. وقد أثمرت على يد إدينجتون فروع كثيرة من علم الفيزياء الفلكية خصوصا عن نظرية التركيب الداخلى للنجوم. وأكتشف العلاقة بين الكتلة والقوة الإشعاعية كما إهتم إدينجتون بنظرية الأقزام البيضاء وكذلك مادة ما بين النجوم وبحث فى نظرية النسبية وأشهر بتبسيطه للموضوعات الفلكية.

ومن أعماله الرئيسية: التركيب الداخلى للنجوم (١٩٢٦)، النجوم والذرة (١٩٢٨) وطبيعة العالم الفيزيائى (١٩٢٩).

آدمز

Adams

هو فالتر سيدنى آدمز الفلكى من أمريكا الشمالية المولود بتاريخ ١٨٧٦/١٢/٢٠ بالقرب من أنطاكية (تركيا) والمتوفى بتاريخ ١٩٥٦/٥/١١ فى باسادينا

(الولايات المتحدة الأمريكية)؛ وقد عمل فى الفترة من ١٩٠١ - ١٩٠٤ بمرصد بيركس وبعد ذلك بمرصد مونت ويلسون وكان مديرا له فى الفترة من ١٩٢٣ - ١٩٤٦. وعُرف آدمز من خلال أبحاثه على أطياف النجوم ووضع لأول مرة (بالاشتراك مع كول شوتر) طريقة لتحديد قوة الإشعاع من الطيف.

أدونيس

Adonis

← كويكب

أدياباتي

adiabatic
adiabatique
adiabatisch

← تغيير فجائى

الأذرع الحلزونية

spiral arms
bras spirales (pm)
Spiralarme (pm)

هى أحد الأشكال المميزة لمجموعة معينة من المجموعات النجمية. وعن نظام الأذرع الحلزونية فى مجموعتنا النجمية ← سكة التبانة.

الارتفاع

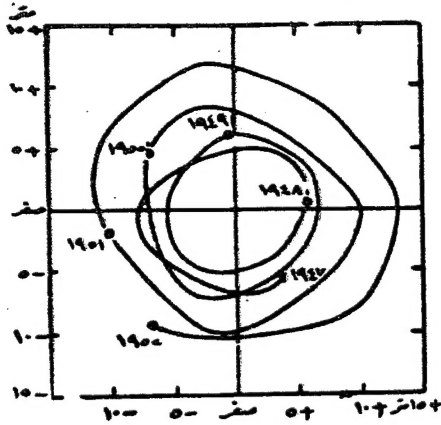
altitude, elevation
hauteur (sf)
Höhe (sf)

هو الزاوية بين الأفق والجرم السماوى مقاسة على دائرته العمودية بالدرجات. ويتخذ الارتفاع فى إتجاه السمى موجبا وفى إتجاه النظر سالباً (شكل ← الإحداثيات).

ارتفاعى - سمتى

altazimuth

← آلات القياس الزاوية.



حركة القطب الشمالي (نقطة القطب الشمالي) حول نفسها من الناحية الشمالية مع الكوة المساوية) خلال الفترة من عام ١٩٤٧ إلى عام ١٩٥٢ .

تسبب زحزحة محور الدوران في داخل الأرض في حدوث انتقال القطب الجغرافي ، نقطة تلاقي محور دوران الأرض مع سطحها إلا أن الاختلاف عن الوضع المتوسط بسيط ولا يزيد عن ٢٠ م . في عام ١٨٩٩ شكلت خدمة دولية لمراقبة ترنح ارتفاع القطب مكونة من خمسة مراصد على خط العرض الجغرافي الشمالي ٣٩° و موزعة بانتظام حول الأرض .

تم اكتشاف ترنح ارتفاع القطب في عام ١٨٨٥ بواسطة «كوستز» .

إرج

Erg

وحدة لقياس الشغل والطاقة
١ إرج = ١٠^{-٧} جول = ١ داي . سم = ١ جم . سم^٢ . ث^{-٢} .
٣٦ × ١٠^{١٢} إرج = ١ كيلو وات ساعة .

أوجوحة الجبار .

Orion trapezium
trapèze d'Orion (sm)
Trapez (sm)

المعين ←

ارتفاع القطب

elevation of the pole
hauteur du pôle (sf)
Polhöhe (sf)

هو المسافة الزاوية على السماء من أفق الرصد إلى قطب السماء ، وهي مساوية تماما للعرض الجغرافي للمكان . يتضح من الأرصاد أن ارتفاع القطب غير ثابت وإنما تتأرجح قيمته في دوره طولها من ٤١٥ إلى ٤٣٣ يوما ، دورة شاندرلر ، حول قيمة متوسطة . إلا أن الاختلافات عن القيمة المتوسطة صغيرة فهي لا تزيد عن ٠.٣٥° وحول هذه القيمة يتأرجح بالتالي العرض الجغرافي للمكان .

يرتبط نظام الأفق ، الذي يُقاس فيه ارتفاع القطب في مكان الرصد ، بجسم الأرض . ولما كان قطب السماء هو نقطة تلاقي امتداد محور دوران الأرض مع القبة السماوية اللانهائية البعد فإن نوع ارتفاع القطب لابد أن يكون راجعا إلى انتقال محور دوران الأرض في الفضاء . وتُمثل الأرض في دورانها حركة مغزل . ومما هو معروف من نظرية هذه الأجسام يتضح أن السبب في انتقال محور الدوران يرجع إلى أن هذا المحور لا ينطبق مع محور تماثل المغزل . ولو كانت الأرض متماثلة تماما فإنه ينتج من النظرية دورة طولها حوالي ٣٠٤ يوم لتغير ارتفاع القطب . أما الدورة الطويلة الحقيقية فتدل على عدم صلابة الأرض تماما . وليست دورة تأرجح ارتفاع القطب ثابتة تماما وإنما يغلب وجود ترنحات عن الدورة المتوسطة ترجع إلى انتقال المادة في أو فوق الأرض ، على سبيل المثال نتيجة للإزاحة تراب الأرض أثناء تكوين الجبال أو نتيجة لانتقال المناطق من الهواء العالية والمنخفضة الضغط . وبالإضافة إلى الدورة من ٤١٥ إلى ٤٣٣ يوما توجد دورة قليلة الوضوح طولها سنة واحدة ، يحتمل أن تكون ناتجة من التغير في نسبة الجليد أو الثلوج في مناطق الأرض القطبية ونتيجة للإزاحة الدورية للمناطق عالية ومنخفضة ضغط الهواء .

أرجيلندر

Argelander

هو فريدريك ويلهام أوجست أرجيلندر الفلكي الألماني المولود بتاريخ ١٧٩٩/٣/٢٢ في ميمبل (حاليا كلايبدا) والمتوفى بتاريخ ١٨٧٥/٢/١٧ في بون ؛ منذ ١٨٢٣ راصد في توكو وهلسنكي بفنلندا ثم منذ ١٨٣٧ أستاذ في بون ومديرا للمرصد بها. اشتغل أرجيلندر في بداية حياته الفلكية بالحركات الذاتية للنجوم وحركة الشمس الشاذة وأصدر في عام ١٨٤٣ أطلس النجوم «يوراثوميتريانوفا». كما ظهر له في الفترة من ١٨٥٩ إلى ١٨٦٢ مصنف بونر الذي مازال يعمل به مرجعا قياسيا حتى يومنا هذا.

أرستوطاليس

Aristarch

فلكي يوناني ولد في حوالي عام ٣٢٠ وتوفي عام ٢٥٠ قبل الميلاد ؛ ومن تعاليمه أن الأرض تتحرك حول الشمس. ولم يمكنه إعطاء دليل على ذلك وعليه فلم تجد تعاليمه مؤيدين. وفي مقاله عن «حجم وأبعاد الشمس والقمر» حاول أرستوطاليس لأول مرة إستنتاج بُعد الأرض عن الشمس بطرق هندسية.

أرصاء الشمس

solar observations

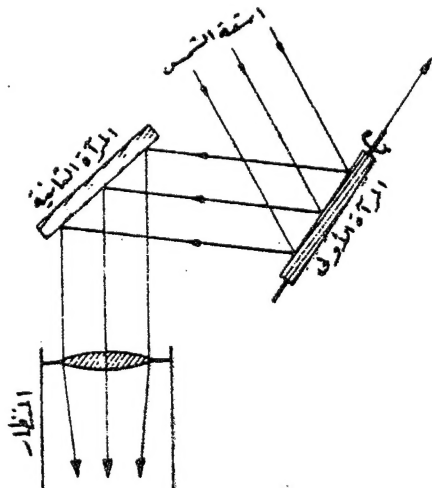
observations du soleil (pf)

Sonnenbeobachtungen (sf)

تجرى الأبحاث المستمرة على الشمس على وجه الخصوص نظرا لإمكانية مشاهدة ظواهر كثيرة ، تختفي عن الأرصاد في حالة النجوم الثابتة الأخرى ، وذلك بسبب القرب الشديد للشمس. وتتبع قبل كل شئ ظواهر النشاط الشمسي لهذا الغرض. فقد تكونت مجموعة دولية لمراقبة الشمس حتى لا تترك أية ظاهرة بدون رصد ولو كان ظهورها لفترة زمنية قصيرة علاوة على ذلك فقد تخصصت

أعداد كاملة من المراصد في دراسة الشمس ، وعلى سبيل المثال معهد فراونهوفر بمدينة فرايبورج بريمدورف في ألمانيا الغربية والمرصد الأبدجنوزي بمدينة زيورخ في سويسرا. وفي ألمانيا الديمقراطية تؤخذ أرصاد الشمس في المعهد المركزي لفيزياء الشمس. وفي جمهورية مصر العربية يتم بانتظام أخذ أرصاد الشمس في مرصد حلوان التابع لأكاديمية البحث العلمي.

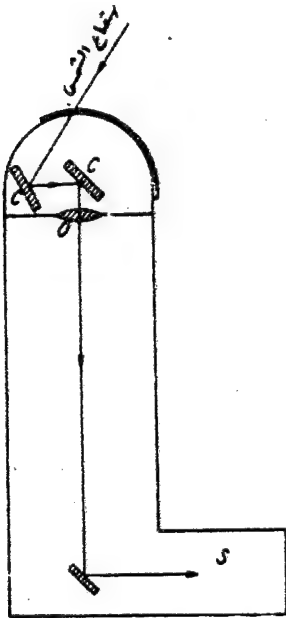
وتواجه أرصاد الشمس مشكلات مختلفة عن الأرصاد الفلكية الأخرى. ففي حالة الشمس تختفي صعوبة الضعف الشديد في لمعان الجسم المرصود ، بل وتسبب شدة الإشعاع الكبيرة في اضطراب أغلب الأرصاد. ويعطى المحتوى الضوئي الكبير والقرب الشديد للشمس ، على سبيل المثال ، إمكانية لإجراء الدراسات الطيفية بأكبر تحليل وكذلك دراسة الأجزاء المختلفة من قرص الشمس. وقد تم بناء سلسلة من الأجهزة لأغراض الأرصاد الشمسية تتناسب مع ظروف تلك الأرصاد. ومما يعمل على تعزيز صفو الأرصاد الشمسية ضوء الشمس الشديد المشتت بفعل الغلاف الجوي الأرضي وكذلك عدم إستقرار الهواء ، الذي يختلف أثناء إضاءة الشمس وقت النهار عنه أثناء الليل. وحتى نتفادى تأثير الغلاف الجوي الأرضي فقد تم



(١) مسارات الأشعة في السليوستات.

مرآتين (الشكل) متواجهتين ؛ توازي المرآة الأولى محور دوران الأرض ، أى تدور على محور موازى لمحور القبة السماوية وبذلك يمكنها تتبع حركة الشمس . ومن هذه المرآة ينعكس إشعاع الشمس إلى مرآة أخرى تعكسه بدورها في المنظار .

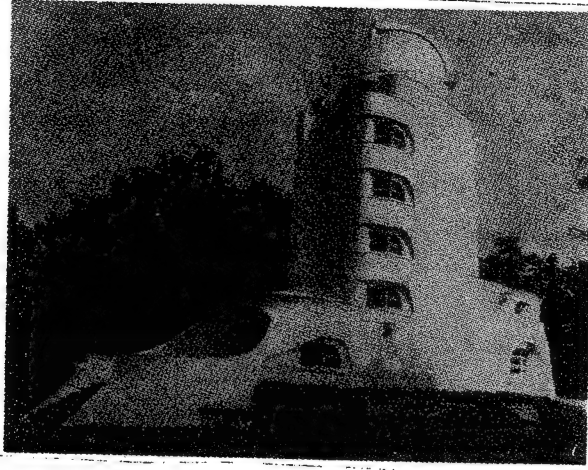
ويتم حديثا بناء المناظير الشمسية الكبيرة كمناظير برجي (أبراج الشمس) كما في الشكل . وفي هذا المجال يتم تركيب منظار رأسى فوق برج مبنى أو مكون من صلبان حديدية . وفوق البرج توجد قبة سهلة الدوران وعليها فتحة يمكن قفلها ويوجد بها سيليوستات . تقوم السيليوستات بعكس أشعة الشمس في شريحة مثبتة أفقيا فوق البرج وتكون صورة للشمس أسفل البرج وتمر الأشعة خلال قناة البرج . ومن صورة الشمس أو من أجزاء منها يؤخذ الضوء إلى حجرات ، في الغالب ، تحت الأرض يوجد بها مطيافات للدراسات الطيفية الدقيقة . أحد هذه الأبراج هو برج أينشتاين التابع للمعهد المركزى للفيزياء الشمسية الأرضية والموجود في مدينة



(٧) رسم تخطيطى لمنظار برجي ، وتوز فيه K إلى القبة و C إلى مرآة السيليوستات و O إلى شريحة المنظار و S إلى أماكن الأجهزة المساعدة مثل المطيافات .

تجهيز محطات جبلية لأرصاد الشمس تصل على سبيل المثال إلى إرتفاع بضعة آلاف الكيلو مترات . أحد هذه المراصد الشمسية المعروفة هو المرصد المرتفع كليماكس التابع لجامعة كلورادو (الولايات المتحدة الأمريكية) في جبل روكني والذي يوجد على إرتفاع ٣٤١٠ متر فوق منسوب مستوى سطح البحر . ويتسبب عدم إستقرار الهواء في إضطراب أرصاد الشمس وخصوصا الحبيبات التي تغير من تركيبها بسرعة . وقد أمكن أخذ أرصاد رائعة للتحجب بواسطة البالونات . أما طيف الشمس فلا يمكن دراسته في أجزاءه السينية إلا بواسطة المطاييف المحمولة في صواريخ أو أقمار صناعية فوق الغلاف الجوى الأرضى ، لأن مثل هذا الإشعاع قصير الموجة لا ينفذ الغلاف الجوى الأرضى .

أجهزة الأرصاد الشمسية : حتى يمكن التعرف على كثير من التفاصيل ودراستها بقدر الإمكان ، لا بد من أخذ صور شمسية كبيرة . لهذا الغرض فإننا نحتاج إلى ————— إلى مناظير طويلة البعد البؤرى ، حيث أن القطر l (بالم) للصورة المتكونة بعدسة يزداد مع بعدها البؤرى f (بالم أيضا) ، وبالتحديد فإن : $l = f \times 0.0093$. ومن بعد بؤرى قدره متر فأكثر نحصل على صورة للشمس تبدأ بقطر اسم . وبفضل أن تبني المناظير طويلة البعد البؤرى ثابتة . ونفس الشيء بالنسبة لمناظير الأرصاد الشمسية . في تلك المناظير يمر الشعاع الشمسى خلال نظام مناسب من المرايا المستوية تعمل على عكسه إلى المنظار المركب أفقيا . تعرف مثل هذه المجموعات من المرايا بإسم الهليوستات أو السيدروستات . ولكل من الهليوستات أو السيدروستات مرآة واحدة . ومن هنا يظهر فيها عيب دوران صورة الشمس حول نقطة متوسطة أثناء متابعة المرآة لحركة الشمس اليومية الظاهرية . ويتم تدارك هذا العيب في السيليوستات عن طريق



(١٨) (٣) برج آينشتين في بلدة بوتسدام (المعهد المركزي لفيزياء العلاقات الشمس - أرضية).

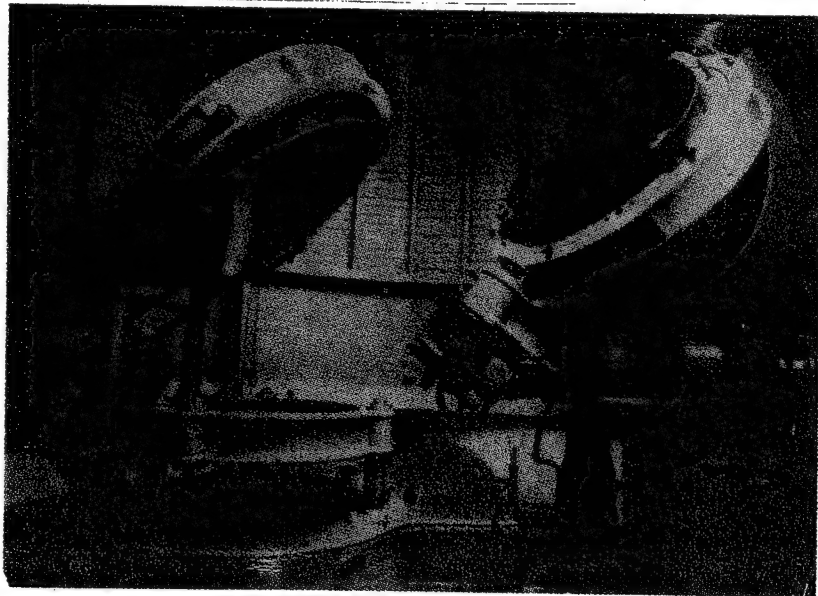
التجارب أن مثل هذا البناء يعمل على تحسين الأرصاد وخصوصاً نوع الصورة.

الكورونوجراف عبارة عن جهاز يمكن بواسطته

رصد الأجزاء الداخلية من الكورونا. اخترع هذا الجهاز الفلكي الفرنسي «ليو». وحتى وقت إدخال هذا الجهاز لم يكن من الممكن مشاهدة كورونا الشمس إلا أثناء الكسوف الكلي للشمس، وقت أن يغطي القمر قرص الشمس شديد اللمعان. وفي الكورونوجراف يتم عمل كسوف صناعي. وهذا

بوتسدام بألمانيا الديمقراطية. ولهذا البرج مرآة سيليوستات قطرها ٨٥ سم وشيئة بعدها البؤري ١٤٥ م.

للتقليل من فاعلية عدم استقرار الهواء، الذي ينشأ من تدفئه المبنى المجاور وخصوصاً القبة. فقد أجريت تجارب على أبراج بدون قباب. على أن يتم حمل جهاز الرصد بواسطة مجموعة أنابيب ويتم كذلك حمايته من التقلبات الجوية، إلا أنه يظل مكشوفاً فوق برج الرصد. وقد إتضح من هذه



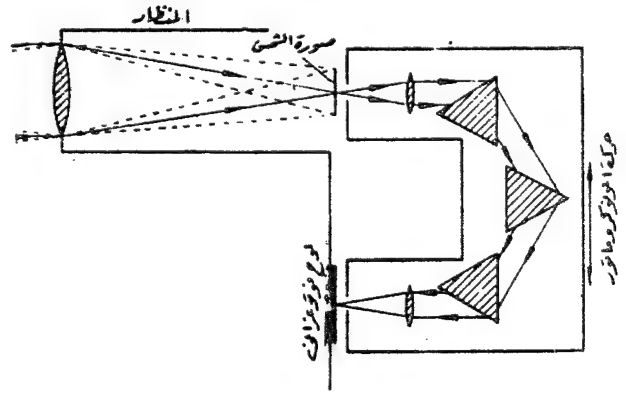
(٤) مرآة سيليوستات برج آينشتين.

هذه الصورة توجد فتحة دخول المونوكروماتور الطولية ، التي يدخل منها فقط اشعة من جزء صغير من صورة الشمس . يحتوى المونوكروماتور على عديد من المنشورات التي تعمل على تحليل الشعاع إلى طيف عريض جدا . ومن هذا الطيف وخلال فتحة خروج طولية يمر شعاع نطاق موجى ضيق ، بحيث تتكون صورة في لون واحد على اللوح الفوتوغرافى للجزء من الشمس الموجود أما فتحة الدخول الطولية . واللوح الفوتوغرافى مرتبط بالمنظار . ويتحرك المونوكروماتور بحيث تسمح فتحته الطولية تباعا أجزاء صورة الشمس التي كونتها شبيثة المنظار . فى أثناء ذلك تتعرض الأجزاء المناظرة على اللوح الفوتوغرافى بواسطة فتحة الخروج الطولية فتتكون بذلك تباعا صورة فى لون واحد لقرص الشمس . ويستغرق التقاط مثل هذه الصورة الطيفية بضع دقائق . أما إذا أريد إلقاء نظرة سريعة ، فإنه يمكن بدلا من ذلك استعمال المرقب الطيفى . الذى يعمل مثل مصور الشمس الطيفى ولكننا نستعير عن اللوح الفوتوغرافى بالنظر المباشر خلال عينيه . فى هذه الحالة يتم مسح صورة الشمس فى تتابع تكفى سرعته لكى ترى العين بما لها من كفاءة فسيولوجية قرص الشمس . اخترع مصور الشمس الطيفى ، كل على حده الفرنسى «دى لاندروز» والأمريكى «هالى» فى شيكاغو الذى شيد أول مرقب لطيف الشمس . وفى الوقت الحديث يتم أخذ الصور المونوكروماتية للشمس بطريقة أسهل بواسطة منظار ومرشح تداخلى ، يُنفذ الضوء فقط لنطاق ضيق جدا من الأطوال الموجية .

فى حالة مرقب التواء الشمسى يطبق مبدأ مماثل لحالة مصور الشمس الطيفى كى تظهر التواءات الشمسية مرئية . ويمكن فتح فتحة الدخول المستطيلة للمونوكروماتور مثبتة خلف مكان يجوار حافة صورة الشمس وفتحة الخروج المستطيلة موضوعة بحيث يدخل ضوء الموجى من الطيف لحظ طيفى شديد فى عينية موجودة بالخلف . فى هذه العينية يمكن رؤية صورة التواء لامعة . ويضىء التواء وخصوصا ، فى ضوء هذه الموجات ، بينما ينتشر الضوء

الجهاز عبارة عن منظار خاص فى تجهيزه ؛ شبيثة عبارة عن عدسة لامعة خالية من الشوائب التى يمكن أن تتسبب فى تشتيت الضوء . تكون هذه العدسة صورة لقرص الشمس عند مستوى يوجد به حاجز دائرى يُبقي قرص الشمس ؛ أى أن الحاجز يقوم بعمل القمر وقت الكسوف الكلى للشمس . ولابد للحاجز أن يعكس أشعة الشمس الساقطة عليه حتى لا يسخن كثيرا . من هنا فإن هذا الحاجز يصنع على شكل قمع لامع . ويحتوى الكورونوجراف علاوة على ذلك مجموعات ضوئية أخرى تهدف من ناحية إلى تلاشى ضوء التداخل عند حواف الشبيثة ومن ناحية أخرى إلى تكوين صورة للمنطقة القريبة من قرص الشمس والتي لم تحتج تماما بواسطة الحاجز المخروطى وذلك فى مستوى خلقى . بعد ذلك يمكن فحص هذه الصورة بواسطة عينية أو تصويرها . بهذه الطريقة يمكن مشاهدة الأجزاء الداخلية من كورونا الشمس وكذلك التواءات الشمسية المرتفعة فوق السطح .

يستخدم مصور الشمس الطيفى فى أخذ الصور الطيفية للشمس . وهذه عبارة عن صور مونوكروماتية ، أى فى ضوء نطاق موجى ضيق . تتكون أولا صورة للشمس فى المطياف الشمسى بواسطة شبيثة منظار (الشكل) . خلف



(٥) رسم تخطيطى يوضح فكرة مصور الشمس الطيفى

أما إذا لم تتواجد مثل هذه الأجهزة فيتم تكوين صورة للشمس عن طريق الإسقاط . ولهذا ميزة كون الصورة المسقطة يمكن فحصها بواسطة كثير من الأشخاص في نفس الوقت . ولإسقاط صورة الشمس يتم إبعاد العين بوضعة ستيمترات عن الشبكية . وبذلك يمكن إستقبال صورة كبيرة للشمس على ورقة بيضاء . ويستحسن أن يثبت حامل الورقة في جسم المنظار . وإخفاء ضوء الشمس المباشر تنشر مظلة فوق المنظار . يمكن على مثل هذه الصورة مشاهدة كل من الكلف الشمسي والمشاغل الشمسية . (لا تصلح المناظير المنشورية لمثل هذا الإسقاط) ويراعى عدم إستعمال عينية ملحومة (—) المنظار) ، إذ يمكن أن بسخن اللحام لدرجة الإبههار ، كما يمكن أيضا حدوث فجوات في العدسات . إن أسهل طريقة لإسقاط الشمس يمكن أن تتم حتى بدون منظار بالمرءة ، وذلك تبعا لمبدأ الكاميرا الخاوية . في ذلك تتكون « الشبكية » من فتحة بقطر بضع مليمترات يتم ثقبها على سبيل المثال في كرتون بواسطة دبوس . وعلى بُعد بضع مترات في حجرة مظلمة يمكن على ستارة بيضاء مشاهدة صورة للشمس يزداد كبرها كلما بعدت الستارة البيضاء عن الثقب . وهذه الطريقة مسلية وقد استخدمها الفلكيون في العصور الوسطى ، كما أستخدمت أيضا لرصد الكلف والكسوف الشمسين .

الأرض

earth

terre (sf)

Erde (sf)

كوكب يرمز له بالرمز ♂ . وهي ككل الكواكب الأخرى تتحرك حول الشمس في مدار بيضاوي بحيث تمسك بها جاذبية الشمس . علاوة على ذلك فإن الأرض تدور حول محورها . وجسم الأرض محاط — بالغللاف الجوي الأرضي . ووجود هذا الغلاف الجوي وإستقبال الأرض للدفيء والضوء من الشمس هما اللذان مكنا من الحياة على الأرض .

المشتت من قرص الشمس أثناء تحليل الضوء على كل الطيف ويعوق بشدته القوية رؤية التواءات في الأرصاد العادية .

ولتسجيل ما يوجد من مجالات مغناطيسية على الشمس تم تطوير ماجنيتوجراف (مصور المجال المغناطيسي) . ولتعيين المجال المغناطيسي تستغل ظاهرة زيمان . ويتم مسح قرص الشمس جزئياً ورسم المجالات المغناطيسية الموجودة في منحنيات .

ولرصد ما يأتي من الشمس من ذبذبات راديوية تستخدم ————— الأجهزة الفلكية الراديوية المختلفة .

يمكن إجراء أرصاد شمسية بسيطة بواسطة أدوات قليلة . وفي الأرصاد البصرية للشمس نحتاج إلى مناظير صغيرة . إلا أنه لا يجب النظر بالعين بدون وافي إلى صورة الشمس في المنظار ، لأن ذلك يمكن أن يؤدي إلى إصابات شديدة للعين . وحتى تقلل من شدة الأشعة الخارجة من المنظار يمكننا الإستعانة بوسائل مختلفة ، فيمكن إطفاء أجزاء من الشبكية عن طريق وضع ساتر حلق أمامها ، وإن كان نوع الصورة يتأثر بتصغير قرص الشبكية . كما يمكن أيضا إستعمال مرشحات زجاجية سوداء تسمح بمرور جزء من ضوء الشمس . وتوضع هذه المرشحات في الغالب خلف العينية . وفي هذا الشأن هناك خطر انفجار هذه المرشحات نتيجة تسخينها الشديد عن طريق إمتصاص الأشعة . وأحسن وسيلة للأرصاد الشمسية المباشرة هو المرقب الشمسي . يتكون هذا المرقب على سبيل المثال في حالة منشور كولتري من منشور وقرص زجاجيين . يسمحان بإنعكاس جزء بسيط مما تجمعته شبكية المنظار في العينية بينما يمر الجزء الأكبر من الضوء خلال المنشور والقرص الزجاجي وقد فقد كثيرا من سخوته . وفي مرقبات شمسية أخرى يتم إضعاف الضوء بواسطة أجهزة إستقطاب .



(١) صورة للأرض التقطتها مركبة الفضاء السوفيتية زوند - ٧ من عل إلتفاع ٧٠٠٠٠ كم بتاريخ ٨ / ٨ / ١٩٦٩ ويرى في الصورة ونحت وسطها بقليل شبه الجزيرة العربية والخليج العربي والبحر الأحمر والجزء الشرقي من البحر المتوسط وكذلك نهر ودلتا النيل .

الشمس والأرض حوالى ١٤٩ مليون كم . وتعرف هذه المسافة بالوحدة الفلكية AU وتستعمل كوحده لقياس المسافات في المجموعة الشمسية . في بداية يناير تكون الأرض في أقرب مواقعها بالنسبة للشمس ، أى في الحضيض . وفي هذا الوقت تبلغ المسافة بين الشمس والأرض ١٤٧ مليون كم . أما في بداية يوليو فتتواجد الأرض في الأوج أى في أبعد نقطة في المدار عن الشمس . وفي هذه الحالة تكون الأرض على بعد حوالى ١٥٢ مليون كم من الشمس . وسرعة الأرض في مدارها أكبر ما تكون وقت الحضيض - حسب قانون كبلر ، الثاني - وهى في الأوج أقل ما تكون . وفي المتوسط فإن سرعة الأرض في مدارها تبلغ ٢٩.٨ كم/ث . وتسمى الدائره الكبرى التى يتقاطع فيها مستوى المدار مع الكره

حركات الأرض : من أهم الحركات الكثيرة والمعقدة للأرض في الفضاء حركتها في مدارها حول الشمس وكذلك دورانها حول محورها . وتدور الأرض مع حركة الشمس بالنسبة للنجوم المجاورة لها وكذلك حول سكة التبانة مع كل المجموعة الشمسية . وتنحرك الأرض في مدارها حول الشمس ، في اتجاه عكس عقرب الساعة وذلك إذا نظرنا إليها من قطب الأرض الشمالى . ويبلغ زمن الدورة حوالى ٣٦٥ يوما ويؤمزم له بالسنة . ومدار الأرض عبارة عن قطع ناقص تقع الشمس في إحدى بؤرتيه . وتبلغ اللامركزية العددية للمدار الأرض ، أى البعد بين البؤره ومركز المدار مقسوما على طول نصف القطر الأكبر ، حوالى ٠.١٦٧ . وبذلك فإن المدار لا يختلف كثيرا عن الدائرة . ومتوسط المسافة بين

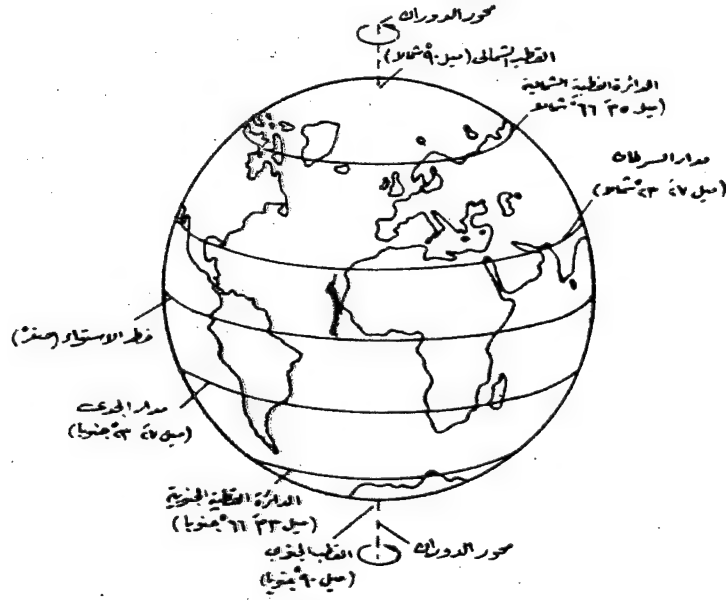
في الأرض ومن هنا ينشأ كل من — الترنج و — السبق وتغير — إرتفاع القطب ويتسبب دوران الأرض في مدارها ودورانها حول نفسها في حدوث كل من الحركتين الظاهرتين السنوية واليومية على التوالي للأجرام السماوية. وعلى وجه الخصوص فإنه ينتج عن الدوران الحركة اليومية الظاهرية للشمس وما يصحبها من ليل ونهار. وكذلك تأتي حركة الشمس السنوية الظاهرية على البروج من حركة الأرض في مدارها حول الشمس. كما يرجع إختلاف الفصول وإختلاف أطوال كل من الليل والنهار إلى ميل دائرة البروج.

تعبر الشمس في بداية الربيع، الحادى والعشرون من مارس، في حركتها الظاهرية خط الاستواء السماوى من الجنوب إلى الشمال. وفي هذا اليوم يتساوى طول كل من الليل والنهار في جميع النقط على الكرة الأرضية. وفي الشهور الثلاثة التالية تطول فترة النهار مع زيادة ميل الشمس وتقصّر فترة الليل في نصف الكرة الشمالى، وفي الحادى والعشرون من يونيو تعبر الشمس خط الزوال عند سمت الرأس في الأماكن ذات العرض الجغرافى ٢٧° ٢٣° شمالاً أى عند مدار السرطان. ويكون عند سكان نصف الكرة الشمالى أطول نهار وأقصر ليل وفي الأماكن التى يزيد عرضها الجغرافى عن ٢٣° ٦٦° لا تغرب الشمس. تسمى الدائرة التى تحد هذه الأماكن بالدائرة القطبية الشمالية. وعلى نصف الكرة الجنوبي يقصر النهار ويطول الليل في هذا الربع من السنة وتزداد مساحة المنطقة التى يكون فيها ليل دائم بالتدريج. وفي ٢١ يونيو يسود المنطقة القطبية الجنوبية حتى العرض الجغرافى الجنوبي ٣٣° ٦٦° ليل دائم. ومن ٢١ يونيو وقت الانقلاب الشمس وحتى ٢٣ سبتمبر تقرب الشمس في مدارها الظاهرى من خط الإستواء حتى يتساوى طول الليل والنهار ثانية في جميع مناطق الأرض يوم ٢٣ سبتمبر. ومن هذا الوقت يبدأ ميل الشمس في الزيادة جنوباً وتعبر في ٢١ ديسمبر وقت الظهر عند سمت رأس الأماكن التى تقع على العرض

السماوية بالبروج. ويسمى مستوى اداى رضى بمستوى البروج. وبسبب حركة الأرض والقمر حول مركز ثقلها المشترك والموجود في جسم الكرة الأرضية فإن مركز الأرض يتأرجح في مدة شهر بمقدار بسيط حول مستوى البروج. وبدقة أكثر فإن الذى يبقى في مستوى البروج هو مركز ثقل مجموعة الأرض والقمر.

في أثناء حركة الأرض في مدارها فإنها تدور أيضاً حول محورها. بشارك في ذلك أيضاً الأجزاء الداخلية من الغلاف الجوى الأرضى. يحدث الدوران من الغرب إلى الشرق أى في نفس إتجاه حركة الأرض في مدارها حول الشمس. وبالقياص على عودة عبور علوى لنجم ثابت فإن الأرض تدور حول نفسها مرة في ٢٣ ساعة، ٥٦ دقيقة، ٤ ثوان أو كل ٢٤ ساعة مقاسة على عودة عبور الشمس المتوسطة. تسمى مدة الدورة يوماً وتستعمل كوحدة لقياس الزمن. وحسب القياسات الحديثة فإن دوران الأرض حول محورها ليس منتظماً وعليه فإن طول اليوم يتغير تغيراً طفيفاً (← الزمن).

ويحدد وضع محور الدوران نظام الإحداثيات الذى توصف تبعاً له النقط على سطح الكرة الأرضية من خلال — المعرض الجغرافى و — الطول الجغرافى. يتقابل محور الدوران مع سطح الأرض عند القطبين (العرض الجغرافى + ٩٠°). والمستوى العمودى على محور الدوران والمار بمنتصف الأرض والمسمى بمستوى الإستواء يقطع سطح الكرة الأرضية في خط الإستواء (العرض الجغرافى صفر) كما يقطع الكرة السماوية في خط الإستواء السماوى. ولما كان محور الدوران غير عمودى على مستوى دائرة البروج فإن مستوى الاستواء يميل على مستوى البروج. ويبلغ هذا الميل ٢٣° ٢٧° ويسمى بميل البروج. ويعتبر كلا المستويين مستوى أساسى في إحدى نظم الأحداثيات الفلكية. من الممكن تصور الكرة الأرضية الدائرة وكأنها مغزلاً دائر محور دورانه غير ثابت في الفضاء. وينظر دقيقة نجد أن المحور يغير وضعه بصورة معقدة في المنزل أى



(٢) أهم دوائر العرض الأرضية.

المختلفة ؛ والأرض مفلطحة عند قطبيها اكس من ذلك متفتحة عند خط الإستواء حيث أكبر قوى طرد مركزية . لهذا لابد من إستعمال أجسام مفلطحة لتمثيل شكل الأرض عند وضع أسس نظام القياسات الأرضية . وأحد هذه الأشكال هو مجسم الأرض الذى يتحدد بالقشرة التى تتساوى عندها قوى الجاذبية على إرتفاع سطح البحر تقريبا . وقوة الجذب عمودية على مجسم الأرض . وتقريب جيد يمكن إستبدال مجسم الأرض بمجسم الدوران الناقص . وتم حسب الاتفاق تحديد مجسم الأرض الدول الذى نورد فيما بلى بعض مقاييسه . القيمتان الحقيقيتان لنضج القطر عند خط الإستواء وعند القطب هما ٦٣٧٨١٦٣ ، ٦٣٥٦٧٧٧ كم أى مختلفان قليلا . ويمكن تحديدهما بدقة جدا عن طريق الأقمار الصناعية . وقد إتضح من ذلك أن شكل الأرض أقرب ما يكون إلى الكثرى . ويقرب قطب الأرض الجنوبي إلى مستوى خط الإستواء بحوالى ٣٠ م عن قطب الأرض الشمالى . وهناك تغيير دورى يحدث فى شكل الأرض نتيجة ← المد والجزر .

يمكن تعيين كتلة الأرض بمساعدة قانون «كبلر»

الجغرافى ٢٧ ٢٣ جنوبا ، أى الواقعة على مدار الجدى ويكون فى هذا الوقت الليل القطبى فى نصف الكرة الشمالى قد إنحدر من القطب الشمالى حتى الدائرة القطبية الشمالية ويكون فى نصف الكرة الجنوبي النهار الدائم قد إنحدر من القطب الجنوبي حتى الدائرة القطبية الجنوبية . ومن ٢١ ديسمبر ، فترة الشتاء ، تقرب الشمس ثانية من خط الإستواء حتى الحادى والعشرين من مارس ، يوم الاعتدال الربيعى ، وعلى مدار السنة فإن طول الليل والنهار متساويا على خط الإستواء (لما كانت الأماكن مختلفة الطول الجغرافى تبدأ نهارها أو ليلها فى أوقات مختلفة عن بعضها البعض فإنه يمكن أن يختلف تاريخ تساوى الليل والنهار بمقدار يوم) .

تسمى المنطقة الواقعة بين مدارى الجدى والسرطان بالمنطقة الإستوائية والمنطقتين بين دائرتي الانقلابين والدائرة القطبية بمنطقتي الاعتدالين ، كما تسمى المنطقتين بين كل من القطبين ودائرتي القطبية بالمنطقة القطبية .

جسم الأرض : يحدد شكل الأرض عن الهيكل الكروى حتى بصرف النظر عن الإرتفاعات المحلية

وعن تركيب داخل الأرض فإننا نعرف القليل حتى الآن ولا يمكننا إلا فحص جزء ضئيل جدا (حفر حتى $\frac{1}{1000}$ من نصف قطر الأرض). اكتسب علم الطبيعة الأرضية مفاتيحه الهامة عن التركيب الداخلي للأرض من تحليل إنتشار موجات الزلازل. وأتضح من ذلك أن الأرض مكونة من قشور مركزية تقفز الكثافة عند حدودها في الإرتفاع (الجدول). كذلك فإن حالة المادة وتركيبها يمكن أن يتغير وبصوره غير متصلة عند حدود القشرة. وبصورة إرتجالية فإنه يمكننا التمييز بين قشرة الأرض الخارجية. أى المعطف. والنواة. ولا توجد حتى الآن إيضاحات حول تركيب كل قشرة وإنما توجد نظريات عديدة تتعارض مع بعضها جزئيا. لذلك فإننا ننوه ببعض وجهات النظر. إن أكثر معلوماتنا عن القشرة الخارجية للأرض. في هذه القشرة تدور الأحداث التي يهتم بدراستها علم الجيولوجيا مثل تكوين الجبال. وقد دُرُس كثيرا تركيب الطبقات العليا من القشرة الخارجية. وتتمثل صعوبة تحديد تركيب متوسط في أن العناصر الكيماوية المختلفة ليست متماثلة التوزيع ولكنها في أماكن أكثر شيوعا منها في أماكن أخرى والتركيب الكيماوي أقرب إلى النيزك الحجري (← شيوخ العناصر). وتتطابق جيدا العناصر الثقيلة في شيوعها مع المتوسط الكوني. وبالمقارنة بالتوزيع الكوني نجد أن أخف العناصر نادرة جدا في قشرة الأرض الخارجية. إذ أنها تطايرت في أثناء تجمد مادة الأرض. وتتكون أعلى طبقات القشرة الخارجية للأرض غالبا من مثيلات الجرانيت ولذلك فهي تسمى بقشرة الجرانيت وأيضاً يطلق عليها إسم سيال نظرا لشيوع مركبات السيليزيوم والألومونيوم فيها. وتحت قشرة الجرانيت توجد قشرة البازالت ويطلق عليها وعلى ماتحتها من طبقات المعطف لفظ سيماء وذلك لشيوع مركبات السيليزيوم والمغنسيوم.

الثالث وذلك من حركة القمر. ونحصل من ذلك بالتحديد على حاصل ضرب كتلة الأرض وثابت الجاذبية. فإذا ما تمكنا بطريقة عملية من تحديد هذا الثابت لأمكننا بالتالي حساب كتلة الأرض. تتسبب كتلة الأرض عن طريق جذب الكتلة في قوة التثاقل (← الجاذبية). وتعدل حيودات قوة التثاقل عن المتوسط العادي. أو شدوذ التثاقل. على عدم التماثل في توزيع الكتلة. ويمكن عن طريق الأقمار الصناعية إكتشاف شدوذ التثاقل بين المسافات البعيدة.

| | |
|-----------------------------|--|
| المجسم الدولى للأرض | نصف القطر الاستوائى |
| | = 6378.388 كم |
| | نصف القطر القطبى |
| | = 6356.912 كم |
| | الفلطحة = 297/1 |
| النظام المساحى الدولى | مساحة الأرض |
| | = 510.100.933 كم ² |
| | الحجم |
| | = 1.210 × 10 ¹² كم ³ |
| | نصف قطر كرة لها نفس الحجم |
| | = 6371.221266 كم |
| | نصف القطر الإستوائى a |
| | = 6378.163 كم |
| | نصف القطر القطبى b |
| | = 6356.777 كم |
| | الفلطحة $\frac{a-b}{a}$ |
| | = 298.24/1 |

كتلة الأرض 5.97×10^{24} كم
الكثافة المتوسطة 5.52 حجم / سم³
عجلة الجاذبية عند خط الاستواء 980.6 سم / ث²
سرعة الدوران عند خط الاستواء 465 م / ث

من كتلة الأرض وحجمها تنتج الكثافة المتوسطة، وهذه ضعف مثيلاتها لقشرة الأرض الخارجية والتي تم دراستها بعناية. من هنا نستنتج أن داخل الأرض له كثافة عالية.

طبقات الأرض

| السلك (كم) | الغشيرة الخارجية | المعطف | النواة | النواة الداخلية |
|---------------------------------|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| حدى العمق (كم) | ٣٣ - ٣٣ | ٢٨٧٠ - ٢٩٠٠ | ٢١٠٠ - ٢٩٠٠ | ١٣٧٠ - ٦٧٣٠ |
| النسبة (%) إلى الحجم الكلى | ١٥ | ٨٢٣ | ١٥٢ | ١ |
| النسبة (%) إلى الوزن الكلى | ٠٨ | ٦٧٨ | ٢٤٤ | ٣ |
| الكثافة (جم / سم ^٣) | ٣٠ - ٢٦ | ٥٧ - ٣٣ | ١١٥ - ٩٤ | ١٧٢ - ١٦٨ |
| درجة الحرارة (م) | ٤٥٠ - ١٥ | ٢٠٠٠ | ٣٠٠٠ | ٣٥٠٠ |

(٠) غير مؤكد .

وما نعلمه أيضا قليل جدا عن التوزيع الطبقي لدرجة الحرارة . وقد أعطت حسابات نماذج مختلفة درجات حرارة مختلفة تماما لمركز الأرض بضع ١٠ إلى ١٠٠ درجة . وعلى أى حال فإن داخل الأرض أدقا بكثير من قشرتها الخارجية . وقد أعتقد بدوام سريان تيار دافىء من داخل الأرض إلى خارجها . وعلى ذلك فلا بد أن تبرد الأرض تدريجيا . ومن المحتمل تحرر كميات كبيرة من الحرارة كنتيجة لتحلل الذرات المشعة فى داخل الأرض . وتؤثر التدفئة بواسطة إشعاع الشمس فقط فى أعلى طبقات الأرض . وبالنسبة للحياة على الأرض فإن إشعاع الشمس وتأثير الغلاف الجوى الأرضى بلعبان دورا حاسما فى الميزان الحرارى .

المغناطيسية الأرضية :

للأرض مجال مغناطيسى تقدر شدته بحوالى ٥٠ جاوس ويستدل عليه بانحراف إبرة مغناطيسية حرة الحركة فى إتجاه معين وكذلك بتأثير القطب على قيمة المبرص الجغرافى . أولا ينطبق القطبين المغناطيسيين للأرض مع قطبي دوارها ، ولذا فإن الإبرة المغناطيسية لا تشير تماما إلى

والمعطف مثل القشرة الخارجية لجسم الأرض فى حالة صلابة . ومن المحتمل وجود طبقة فى خصائص مادة المعطف مع العمر أما النواة ، وتفرق بينها وبين النواة الداخلية كثير من النظريات ، فمن المحتمل أن يكون الإثنان فى حالة سائلة ، إذ لا تنتشر فيها الموجات فى الإتجاه العمودى على إتجاه مرورها الأسمى . ويحتمل أن يختلف المعطف مع النواة فى خواص مادتيها فقط ، وبدرجة أقل فى تركيب المادة . وعلى خلاف ذلك تتمسك بعض النظريات بأن للثقل بصورة أكثر ، غالبا حديد (Fe) ونيكل (Ni) ، وعليه فيطلق عليها نواة النقي . وترى بعض النظريات الحديثة أن كل داخل الأرض متماثل التكوين تماما ، ويجب أن يكون تكوينه فى الغالب من مادة الأوليفين ويحتمل زيادة محتوى الحديد قليلا بزيادة العمق . ترجع التغييرات الفجائية عند حدود القشرات إلى تغيرات فى خواص المادة مع زيادة الضغط ، وعلى سبيل المثال يلزم أن تنضغط هالة الايكترونات فى الذرات عند حدود نواة الأرض بحيث ترتفع الكثافة بالصورة الفجائية .

أرض القمر

Terra

إحدى تضاريس سطح ← القمر .

الأرميله

Armile (A)

armillary sphere

sphère armillaire (sf)

Armillarsphäre (sf)

من ← الأجهزة الفلكية القديمة .

الأرنب

Lepus, Lep (L)

hare

lièvre (sm)

Hase (sm)

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبي وزي في

ليالى الشتاء .

الآره

Ara, Ara (L)

altar

aufel (sm)

Altar (sm)

← المذبح

أريل

Ariel

← قر من أقمار يورانوس

الإزاحة البنفسجية

violet shift

déplacement vers le violet (sm)

Violettenverschiebung (sf)

هي إزاحة الخط الطيفي ناحية الموجات القصار في النطاق البصري من الطيف أى، ناحية النطاق البنفسجى ، وينشأ ذلك بفعل ← ظاهرة دوبلر .

الازاحة الحمراء

red shift

déplacement vers le rouge (sm)

Rotverschiebung (sf)

هي إزاحة خطوط الإمتصاص والانبعاث في طيف الأجرام السماوية وذلك في اتجاه الموجات

الشيال الجغرافى ، يسمى الاختلاف بالخطأ أو الانحراف . كذلك لاتأخذ الإبرة للمغناطيسية الاتجاه الأفقى تماماً بل تميل عليه بزاوية تصل ٩٠ عند قطبي الأرض للمغناطيسيان ، وهنا تتعامد خطوط المجال على سطح الأرض . إن الجزء الأكبر من المجال المغناطيسى الأرضى ، أى المجال الأساسى ، مكانه باطن الأرض . وهذا الجزء بطيء التغير جدا ، ويُفسر ذلك بوجود تيارات كهربائية في باطن الأرض . أما أسباب وجود المجال الأساسى فغير معروفة . والجزء الثانى مجال ضعيف ينتج من التيارات الكهربائية في الأيونوسفير ، إحدى طبقات الغلاف الجوى الأرضى . ويعتبر هذه المركبة كما يعتري الأيونوسفير نفسه تأرجحات شديدة ينتج عنها اضطرابات المجال المغناطيسى الأرضى ، وتسمى لاضطرابات الكبيرة على وجه الخصوص بالمعواصف للمغناطيسية الأرضية . وتحدث الاضطرابات نتيجة للتأثير المتبادل لما يأتى من الشمس من جزيئات ذات شحنة مع الأيونوسفير ولهذا فإن هذه الاضطرابات تنتمى إلى ← الظواهر الشمسية الأرضية . ومن خلال اقتناص المجال المغناطيسى الأرضى للجسيمات المشحونة تنشأ ← الأحزمة الاشعاعية التى تكون جزءا من طبقة ← الماجنيتوسفير المحيطة بالأرض .

تلتف الأرض بسحابة من الغبار كثافتها تزيد بوضوح عن الكثافة العادية للغبار البين كوكبى . ومن الممكن أن تكون جزيئات الغبار مشحونة وتم إقتناصها بواسطة المجال المغناطيسى الأرضى مثل الإليكترونيات والأيونات فى الماجنيتوسفير .

تم تحديد عمر الأرض من دراسة العناصر للشعة ونتائج تحليلها فى قشرة الأرض الخارجية بمحولى ٣ بليون سنة (← تحديد العمر) ، هذا فى حين أن أكبر عمر بالتأكيد ليس أكبر بكثير عن ٥ بليون سنة وهو بالتقريب عمر الشمس .

ولنشأة الأرض تأتى نفس العمليات مثلما فى نشأة الكواكب الأخرى (← الكسومجوى) .

| | |
|--|--|
| الأزار | |
| Mizar (A) | |
| ← المتر . | |
| اسبوع | |
| week | |
| semaine (sf) | |
| Woche (sf) | |
| ← التقويم . | |
| إستئناف الاتحاد | |
| recombination | |
| recombination (sf) | |
| Rekombination (sf) | |
| هو ← إعادة الاتحاد . | |
| الأستبعاد | |
| extinction | |
| extinction (sf) | |
| Extinktion (sf) | |
| هو إضعاف شدة الضوء بواسطة أى من التشتت أو التداخل أثناء مروره خلال المادة . ونعني بالإستبعاد فى الفلك غالبا ما يحدث فى جو الأرض ، أى الإضعاف الذى يحدث لضوء النجم أثناء مرور الشعاع فى غلاف الأرض الجوى . يحدث الأستبعاد فى كل النطاق البصرى ففى الغالب بواسطة التشتت على الجزيئات والجسيمات الصغيرة هواء ويبلغ قطر جسيمات التراب ٠,٠٠١ مم أو أقل وهى موجودة بكثرة فى الطبقات السفلى من غلاف الأرض الجوى وتعمل كطبقة معتمة ذات حدود عليا واضحة التحديد يتأرجح إرتفاعها من ١٠٠ م إلى بضعة كيلو مترات على حسب حالة الطقس . ونكون قد تجاوزنا هذه الطبقة إذا صعدنا فوق الجبال العالية . ويقاس الإستبعاد بالقدر (m) ، ولا بد من أخذ قيمته فى الإعتبار فى جميع قياسات اللمعان . والأستبعاد سريع التغير مع الدورة . وتؤثر على وجه الخصوص التغيرات قصيرة الزمن بدرجة كبيرة على قياسات اللمعان . وتعتمد قيمة الاستبعاد على طول الطريق الذى يقطعه الضوء فى الغلاف الجوى . ولهذا يظهر النجم أكثر خفوتا كلما قارب الأفق أى كلما زاد بعده السمنى ☾ . وغالبا ما تُنسب قياسات اللمعان إلى | |

الطويلة ، أى النطاق الأحمر من الطيف . تحدث الإزاحة الحمراء نتيجة ← ظاهرة دوبلر ، عندما يبتعد النجم كله عن الأرض أو عندما ينكمش ، أى تبتعد أجزاء النجم الموجودة فى الغلاف عن المشاهد . ومن قيمة الإزاحة يمكن إستنتاج سرعة الحركة . يرجع ما تأكد وجوده من إزاحة حمراء فى طيف المجموعات النجمية الخارجية (←) (ظاهرة هبل) إلى التمدد العام للكون (← كسمولوجى) . فبسبب هذا التمدد تبتعد المجموعات النجمية عن المشاهد وبسرعات تزداد كلما زاد بعد المجموعة . وعلى اساس ظاهرة دوبلر فإن حركة الابتعاد هذه تظهر على شكل إزاحة حمراء .

علاوة على ذلك يوجد ما يسمى بالإزاحة الحمراء النسبية . فلما كانت نظرية آينشتين النسبية تقضى بتكاثر كل من الكتلة والطاقة فإن الإشعاع الذى يغادر النجم يبدل شغلا حتى يتغلب على قوة جذب النجم . ويتسبب فقد الطاقة الملازم لذلك فى حدوث إزاحة حمراء ، إذ أنه كلما نقصت طاقة الطيف إزدادت طول موجته . ويبدو إحتمال مشاهدة هذه الظاهرة ممكنا فقط فى حالة الأقزام البيضاء ، لأن لها كتلا كبيرة أقطارا صغيرة وعليه فقوة جذبها كبيرة لكن الخطوط الطيفية لهذه النجوم متسعة بسبب الضغط العالى فى أغلفتها ، وذلك بدرجة تجعل القياسات صعبة للغاية .

من هنا أيضا لا توجد تأكيدات واضحة عن طريق الأرصاد على صحة الإزاحة النسبية . ومن المحتمل أن تكون الإزاحة الحمراء فى أطراف ← المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم ممكنة التعليل على أنها إزاحة نسبية حمراء ، وإن كان هناك أيضا إحتمالين آخرين لذلك .

الإزاحة الخطية

line displacement

décalage de raies (sm)

Linienverschiebung (sf)

هى التغير لموجى للخطوط الطيفية ، الطيف ، ← ظاهرة دوبلر .

إختلاف الإستبعاد البصرى بالنسبة للأرصاد فى سمت الرأس

| البعد السمى | فرق اللمعان (بالقدر) | البعد السمى | فرق اللمعان (بالقدر) |
|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| ٠ | صفر | ٥٠ | ٠.١٢ |
| ١٠ | صفر | ٦٠ | ٠.٢٣ |
| ٢٠ | ٠.٠١ | ٧٠ | ٠.٤٥ |
| ٣٠ | ٠.٠٣ | ٨٠ | ٠.٩٩ |
| ٤٠ | ٠.٠٦ | ٨٥ | ١.٧٧ |

على دائرة البروج فإن النجوم التى تتواجد فى حدود ٥° من هذه الدائرة يمكن أن يحدث لها إستار . وفى أرصاد الإستار يتم تسجيل الزمن الذى يخفى فيه النجم خلف حافة القمر أو يظهر ثانية خلفها . تحدث هذه العملية فجأة لأن النجوم الثابت ذات أشكال نقطية من جهة ومن جهة أخرى فليس للقمر غلاف جوى يذكر ، يعمل على نقص تدريجى أو زيادة تدريجية فى لمعان النجم . وبمعرفة أجهزة إلكترونية حديثة يمكن تتبع الزمن للنقص السريع جدا فى لمعان النجوم القريبة ذات الأقطار الكبيرة نسبيا ، وذلك لدرجة تمكننا تحت أية ظروف من إستنتاج القطر الزاوى للنجم ، وبمعرفة بعده يمكن حساب قطره الخطى . يبدو إختفاء النجم بسرعة فى الأرصاد البصرية خلف قرص القمر الداكن مفاجئا . ومثل الأرصاد الدقيقة لإستار النجوم خلف قرص القمر (ولو بالأجهزة الصغيرة) أحسن وسيلة لتحديد حركة القمر . ومن هنا فإن هذه الأحداث يجرى حسابها مسبقا ونحتويها الحوليات الفلكية .

الاستحكامات القمرية

walled plains
criques lunaires (pf)
Wallebenen (pf)

من تضاريس سطح القمر ←

البعد السمى صفر . ولهذا الغرض يصلح الجدول المرفق فى النطاق العلى البصرى . أما فى سمت نفسه فيبلغ الإستبعاد حوالى ٠.٢٥ قدرا (ق) ، لكن هذه القيمة تتأرجح كثيرا . وتختلف قيمة الإستبعاد باختلاف طول موجات الإشعاع فتزداد قيمته كلما صغرت أطوال الموجات . وفى النطاق الفوتوغرافى تبلغ قيمة الإستبعاد حوالى ضعف ما هى عليه وفى النطاق البصرى . ويحدث إستبعاد ما بين النجوم بفعل ← غبار ما بين النجوم .

الإستبعاد الإنتخابي

selective extinction
extinction selective (sf)
selektive Extinktion (sf)

هو الإضعاف المعتمد على طول الموجة فى ضوء النجوم بواسطة ← غبار ما بين النجوم .

إستار النجوم

occultation of stars
occultation des étoiles (sf)
Sternbedeckung (sf)

هو إختفاء نجم ثابت خلف القمر عندما يكون الأخير . فى خط البصر بين المشاهد والنجم ، ويحدث إستار النجوم كثيرا أيضا للنجوم اللامعة وذلك بسبب حركة القمر السريعة نسبيا . وحسب ميل مدار القمر

إستراتوسفير

الاستروميتري

astrometry
astrométrie (sf)
Astrometrie (sf)

هي ————— القياسات الفلكية .

الإستطالة

elongation
élongation (sf)
Elongation (sf)

هي فرق الطول البروجي بين جرم سماوي والشمس ، أى عبارة عن الزاوية المقاسة على دائرة البروج بين مركز الشمس إلى الدائرة الكبرى العمودية على دائرة البروج والتي تمر بالجرم السماوي . وإذا ما تواجد الجرم السماوي على دائرة البروج فإن إستطالته تصبح تبعا لذلك الزاوية المحصورة بين كل من الخط الواصل من المشاهد إلى الشمس والخط الواصل من المشاهد إلى الجرم السماوي . في حين أن الكواكب الخارجية يمكن أن تأخذ أى إستطالة من صفر حتى ٣٦٠° فإن للكواكب الداخلية قيمة إستطالة قصوى غربا وشرقا . وهذه في حالة عطارد ٢٧° ، وفي حالة الزهرة ٤٧° . وهناك رموزا مخصوصة للإستطالة في ————— الأوضاع النسبية للكواكب بالنسبة للشمس والأرض .

الإستقبال

opposition
opposition (sf)
Opposition (sf)

أحدى ————— أوضاع الشمس بالنسبة للكوكب في مداره .

الإستقطاب

polarization
polarisation (sf)
Polarisation (sf)

تحدث في الضوء الطبيعي . مثل الذى ينبعث من المصادر الضوئية العادية . ذبذبات في جميع الاتجاهات عموديا على اتجاه إنتشار الضوء ، ولا يفضل اتجاه بعينه عن غيره . مثل هذا الضوء يسمى غير مستقطب . أما إذا كان ، على العكس من

stratosphere
stratosphère (sf)
Stratosphäre (sf)

إحدى طبقات ————— الغلاف الجوى الأرضي .

أستروب

Astrophe (L)

نجم في حشد ————— الثريا .

أستروبولوجي

astrobiology
astrobiologie (sf)
Astrobiologie (sf)

———— علم الأحياء الكوني .

أستروجراف

astrograph, photographic telescope,
astrographic camera
astrographe (sm)
Astrograph (sm), Astrokamera (sf)
photographisches Fernrohr (sm)

———— منظار كاسر فوتوغرافي

أستروجراف قياسى

normalastrograph
astrographe normal (sm)
Normalastrograph (sm)

———— منظار كاسر

أسترولاب

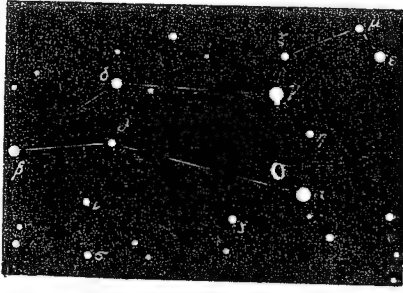
Astrolabium (L)
astrolabe
astrolabe (sm)
Astrolabe (sm)

من ————— الأجهزة الفلكية القديمة . كذلك فهي تسمية مختصرة للأسترولاب المنشورى وهو عبارة عن أحد ————— آلات القياس الزاوية

أسترولاب منشورى

prismatic astrolabe
astrolabe à prisme (sm)
Prismenastrolabium (sm)

أحد ————— آلات القياس الزاوية



برج الأسد ألمع النجوم:

| | | |
|---------------|--------------------|------------------|
| الأسد β | الأسد α | |
| Denebola | Regulus | الاسم اللاتيني |
| ذئب الأسد | المليك (قلب الأسد) | الاسم العربي |
| ٢ ١٣ | ١ ٣٤ | القدر |
| A3 | B7 | النوع الطيفي |
| V | V | نوع قوة الإشعاع |
| ١٣ | ٢٦ | المسافة بالبارسك |

الظاهرية من بداية أغسطس حتى منتصف سبتمبر.

الأسد الأصفر

Leo Minor, Lmi (L)

lesser lion

petit lion (sm)

kleiner Löwe (sm)

أحد أبراج نصف الكرة الشمالي على الحدود الشمالية لبرج الأسد.

الأسديات

leonids

leonids (pm)

Leoniden (pm)

تيار دوري من الشهب مركزة برج الأسد يرى في الفترة من ١٤ إلى ٢٠ نوفمبر ويبلغ أقصى شدته في ١٧ نوفمبر. نشأ هذا التيار من المذنب I 1866. وقد أنتج التيار على فترات زمنية تتراوح بين ٣٣، ٣٤ سنة أكبر عدد من الشهب، وهذا الفترات تناظر دورة المذنب. حدث ذلك مثلاً في أعوام ١٧٩٩، ١٨٣٣، ١٨٦٦ ثم إنخفض بعد ذلك بشده كمية ما ينتج من شهب. وربما انحرف مسار تيار الشهب بعيداً

ذلك، هناك اتجاه سائد للذبذبات، فإننا نتحدث في هذه الحالة عن ضوء مستقطب. يسمى المستوى المار بكل من اتجاه الذبذبة المفضل واتجاه انتشار الضوء بمستوى الذبذبة كما يسمى المستوى العمودي عليه بمستوى الإستقطاب. (وبدقة أكثر فإن هناك، في حالة اتجاه ذبذبة الضوء، اتجاه موجة الضوء، أي الموجة الكهربائية الإليكترومغناطيسية). يحدث الإستقطاب على سبيل المثال عند تشتت الضوء على الجسيمات الصغيرة. كما يحدث الإستقطاب بين نجمي نتيجة مرور ضوء النجم خلال تجمع كبير من غبار ما بين النجوم.

إستقراء النجوم

astrology

astrologie (sf)

Astrologie (sf)

تماماً مثل ← التنجيم.

إستواء طولى الليل والنهار

equinox

équinoxe (sm)

Aequinoxtium (sm), Tagundnachtsgeleiche (sf)

← نقطتي الاعتدالين.

إستوائي

equatorial

équatorial

äquatorial

تسمية قديمة لطريقة تشييد نوع من ←

المنظير.

الأسد

Leo, Leo (L)

lion

lion (sm)

Löwe (sm)

من أبراج نصف الكرة الشمالي ويرى في ليالي الربيع. يسمى ألمع نجم فيه (α) ← قلب الأسد. ولهذا النجم كما للنجم β توابح خافتة. تعبر الشمس هذا البرج في حركاتها السنوية

الشفيرة ، على سبيل المثال RR السلياق
(RR Lyra) و RW الممناز
(RW Auriga) .

وفي حالة ← النجوم المزدوجة يغلب
تميز المركبة اللامعة بالحرف A والمركبة الأخت
الحرف B ومثال ذلك الشعرى اليمانية A
(Sirius A) والشعرى اليمانية B
(Sirius B) . ويـدل وجود
حرف لاثني كبير بعد اسم الكوكبة على منبع راديوي
مثال ذلك الثور A (Taurus A) . ومايزال
يعمل بهذه الرموز فقط بالنسبة للمناخ الراديوية
القوية ، أما في خلاف ذلك فإن المناخ الراديوية غير
موحدة التسمية . إذا وضع خلف إسم الكوكبة أو
اختصار إسمها حرف X متبوعا بعدد ما ، فإن
ذلك يعنى منبعا لأشعة رونتجن ، ومثال ذلك
العقرب ← X1 (Sco X1) . وعن أسماء
الكوكبات ← الكوكبات .

السهي أو السها

Alkor (L)

نجم في كوكبه ← الدب الأكبر

الإشعاع

radiation
radiation (sf)
Strahlung (sf)

هو إنتشار الطاقة على شكل موجات أو جسيمات
مادية . وفي هذا الشأن فإن الطاقة التى تسقط فى كل
ثانية على مساحة قدرها ١ سم^٢ تسمى بشدة أو قوة
الإشعاع .

إذا ما حدث الإنتشار على هيئة موجات فإن
الحديث يكون عن الإشعاع الموجى . وينتمى إلى
ذلك إنتشار الموجات الصوتية ، وعلى وجه الخصوص
الموجات الكهرومغناطيسية ، مثل الضوء . وفى حالة
النجوم فإن ما يُقصد بالإشعاع هو الإشعاع الموجى
الكهرومغناطيسى . وفى الإشعاع الموجى

عن مسار المذنب الأصل . عادت الأسديات إلى
الظهور ثانية فى عام ١٩٦٦ بغزارة .

إسراع القمر

acceleration
accélération (sf)
Akzeleration (sf)

إضطراب فى ← حركة القمر .

أسماء النجوم

star names
noms des étoiles (pm)
Sternnamen (pm)

لألع النجوم أسماء مثل الشعرى اليمانية أو العيوق
أو النسر الواقع . وقد جاء كثير من أسماء النجوم من
اللغة العربية مثل يبط الجوزاء والنسر الواقع والمذنب .
تسمى النجوم اللامعة فى داخل كوكبه أو برج ما فى
المصنفات الفلكية بحروف إغريقية مع الإحتفاظ
بترتيب اللامع . ثم يأتي بعد الحرف الإغريق صفة
الكوكبة من الإسم اللاتينى وفى الغالب يوضع إختصار
هذه الصفة . فمثلا يسمى نجم النسر الواقع فى كوكبه
السلياق α Lyr . وتسمى الشعرى اليمانية فى كوكبه
الكلب الأكبر α CMa . ويسمى نجم القطب
α UMi . وفى اللغة العربية تسمى النجوم
إما بحرف عربى أو إغريقى متبوعا بإسم الكوكبة مثل
(α) الدب الأصغر . كما أن النجوم الخافتة فى داخل
كوكبه تسمى بحروف لاتينية أو بالأعداد فى نفس
الترتيب . ترجع هذه التسمية إلى «جون ماير»
(١٥٧٢ - ١٦٢٥) وإلى الفلكى الإنجليزى
«فلامستيد» (١٦٤٦ - ١٧١٩) . والنجوم
الأخفت من القدر السادس ، أى كل النجوم التى لا
ترى بالعين المجردة ، يرمز لها بأرقامها فى المصنفات
النجومية أو بواسطة إحداثياتها ويذكر قبل الرقم
التصنيفى إسم المصنف الذى أدرجت فيه النجوم مثل
BD أو HD . أما إذا وجدت قبل الرقم
التصنيفى NGC أو N فإنه لا يُعنى بالجسم نجما
منفردا وإنما حشد نجموى أو سديما مجريا أو مجموعة
نجموية . وهناك رموز خاصة ← للنجوم

الجسمي ، الرياح الشمسية ، ←
(الشمس) .

الإشعاع الإبطائي

Bremsstrahlung, slow down radiation
bremsstrahlung, radiation de freinage (sf)
Bremsstrahlung (sf)

الإشعاع السينكروتوني ، ← إشعاع
الذبذبات الراديوية .

إشعاع الثلاث درجات

three grad - kelvin - radiation
troi grad - Kelvin - rayonnement (sm)
Drei grad Kelvin strahlung (sf)

إشعاع كوني مركز تناسب شدته وتوزيع الطيف فيه مع خصائص الإشعاع الذي يصدر من جسم أسود مشع تبلغ درجة حرارته ٢ كلفن . وحسب دقة الأرصاد الحالية فإن هذا الإشعاع يأتي من مساويا في شدته من جميع أنحاء الكون . من هنا فإن نشأة هذا الإشعاع لا يمكن أن تُعزى إلى جسم بذاته في الكون وإنما إمتلاء الكون بدرجة منتظمة بهذا الإشعاع . وعليه فيسمى إشعاع الثلاث درجات هذا أيضا بإشعاع الخلفية الكوني . وفي إطار النموذج النسبي للكون يُفسر هذا الإشعاع على أنه الإشعاع الباقي من حالة سابقة للكون كانت سائدة منذ بلايين السنين ← كسمولوجي . وقد تم الاستدلال على وجود إشعاع الثلاث درجات قبل إكتشافه بحوالى عشرين عاما .

إشعاع الجسم الأسود

black body radiation
rayonnement du corps noir (sm)
schwarze Strahlung (sf)

هو الحالة المثالية لإشعاع جسم ، يتحدد فيه توزيع الطاقة حسب ← قوانين الإشعاع لبلانك . يسمى أى جسم يبعث بإشعاع أسود بالجسم الأسود .

الكهرومغناطيسي تنتشر مجالات كهربية ومغناطيسية دورية التغير في كل من الزمان والمكان . وفي أى وقت نجد أن شدة المجال تختلف من مكان إلى آخر ، وذلك بحيث نقابل على نفس الأبعاد نفس شدة المجال . وتسمى المسافة ، على سبيل المثال ، بين مكانين فيها المجال المغناطيسي أكبر ما يمكن بالطول الموجي للإشعاع . ينتقل هذا التوزيع المكافئ لشدة المجال بسرعة الضوء في اتجاه إنتشار الإشعاع . في أثناء ذلك تتغير شدة المجال عند كل مكان دوريا ، فتأرجح هنا وهناك بين قيمة دنيا وقيمة قصوى . يسمى عدد الترنحات في كل ثانية بذبذبة الإشعاع . ويربط بين الطول الموجي λ والذبذبة ν العلاقة $\lambda = c/\nu$ ، حيث c هي سرعة الضوء .

والموجات الكهرومغناطيسية البصرية هي التي تتراوح أطوالها الموجية من ٤٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ Å وتسمى ← بالضوء البصري . وما يبحث فيه الفلك الراديوي من ← إشعاع الذبذبات هو أيضا موجات كهرومغناطيسية ، لكن أطوال موجاتها تتراوح بين ١ م و ٢٠ م . وعلى وجه العموم ينبعث من المنبع الإشعاعي خليط من الإشعاعات كثيرة ومختلفة الموجات . وإذا ما أنتظمت هذه الإشعاعات بجانب بعضها البعض حسب أطوال موجاتها فإننا نحصل بذلك على ← طيف الإشعاع . وكل جسم يبعث بإشعاعات كهرومغناطيسية تعتمد شدتها وتركيبها الطيفي على درجة حرارة وخواص الجسم (← قوانين الإشعاع) . وعلى وجه الخصوص فإن الإشعاع الذي ليس أصله حراريا (← إشعاع الذبذبات الراديوية) ذو أهمية في الفلك الراديوي .

في حالة الإشعاع الجسمي تنتشر الجسيمات المادية من منبع الإشعاع . إحدى هذه الإشعاعات الجسمية على سبيل المثال هي ← الأشعة الكونية . وللشمس أيضا إشعاع جسمي ، يتكون في الغالب من بروتونات وإلكترونات (إشعاع الشمس

ويتم دراسة ، ما يصلنا من إشعاع راديوى من الأجسام غير الأرضية بواسطة الأجهزة الفلكية الراديوية ، مثل المنظار الراديوى ومقياس التداخل . وعلى حسب طريقة عمل هذه الأجهزة يمكن إستقبال نطاق ضيق من الموجات .

إن شدة الإشعاع الراديوى يمكن تمييزها بطرق مختلفة . فعلى سبيل المثال يتم ذلك بإعطاء الطاقة الموجودة فى حيز عرضه ١ هرتز والتي تسقط فى كل ثانية على مساحة قدرها ١ م^٢ . أما إذا كنا بصدد إشعاع منطقة كبيرة فى السماء (كبيرة بالنسبة لكفاءة تفريق الجهاز المستخدم) فإن ذلك يستلزم أن تُنسب الطاقة أيضا إلى وحدة الزاوية الجسمة أو إلى الدرجة المربعة . وأحيانا يُعطى بدلا من الطاقة درجة الحرارة المكافئة ، التى يمكن أن يكون عليها جسم رمادى يشع بنفس الشدة فى نفس الحيز الطبقى . وقد تم أيضا تحديد أقدار لمعان راديوى بالنسبة للمنايع الراديوية (← اللمعان) .

تساوى درجة الحرارة المكافئة مع درجة الحرارة الفعلية للمادة فقط عندما يكون العمق الضوئى للمادة ، فى الذبذبة تحت الإختبار ، غير منفذ وإلا فإن درجة الحرارة المكافئة تكون أقل من الأخرى . ومن هنا فإن درجة الحرارة المكافئة لمناطق HII الكثيفة فى مادة ما بين النجوم ، على سبيل المثال ، فى الموجات الستيمترية والديسيمترية تساوى درجة حرارة الاليكترونات ، أى حوالى ١٠٠٠٠ ك أما فى مناطق الموجات المترية فهى أقل من ذلك .

ولابد من التمييز بين ما يسقط فى الثانية من طاقة وما يستقبله الهوائى ، أى كفاءته . من أجل ذلك تم تعريفه درجة حرارة الهوائى ، التى تكفى معرفتها فى حالة القياسات النسبية .

ماهية الإشعاع الراديوى : إن جزءا من الإشعاع الراديوى عبارة عن إشعاع حرارى ، فكل جسم يبعث بإشعاع كهرومغناطيسى يتناسب مع درجة حرارته . وينقص درجة الحرارة تقل كذلك الطاقة

الإشعاع الجسيمى

corpuscular radiation

rayonnement corpusculaire (sm)

Teilchenstrahlung (sf), Partikelstrahlung (sf)

← الإشعاع .

إشعاع الخلفية الكونى

background radiation

rayonnement du fond (sm)

Hintergrundstrahlung (sf)

← إشعاع الثلاث درجات .

إشعاع الذبذبات الراديوى

radiofrequency radiation

rayonnement radioélectrique (sm)

Radiofrequenzstrahlung (sf)

هو ما ينبعث من الأجسام غير الأرضية من إشعاع كهرومغناطيسى فى النطاق الراديوى والأشعة القصيرة والموجات الميكرونية . ويمكن لهذا الإشعاع إختراق الغلاف الجوى الأرضى ليصل إلينا ، إذ أن ← الغلاف الجوى الأرضى له نافذة راديوية بحاجز النافذة البصرية ، أى أنه منفذ بالنسبة للطول الموجى من ١ مم إلى ٢٠ م . أما الموجات الأقصر من ذلك فإنها تُمتص بواسطة ذرات وجزيئات الجزء السفلى من الغلاف الجوى الأرضى بينما الموجات الأطول من ذلك يعكسها الأيونوسفير ثانية فى الكون ، بحيث لا تصل إلى سطح الأرض . يستعمل فى الغالب فى النطاق الراديوى عدد الذبذبات فى الثانية بدلا من طول الموجة . وكلا القيمتين ، طول الموجة والذبذبة تربطها العلاقة $\lambda = \frac{c}{\nu}$ ، $c = 3 \times 10^{10}$ م/ث وهى عبارة عن سرعة الضوء . وكوحدة للذبذبة يستعمل فى الغالب الميجاهرتز . ١ ميجا هرتز = ١ مليون ذبذبة لكل ثانية وعلى ذلك فإن :

| طول الموجة | ١ مم | ١ سم | ١٠ سم |
|---------------------|--------|-------|-------|
| الذبذبة (ميجا هرتز) | ٣٠٠٠٠٠ | ٣٠٠٠٠ | ٣٠٠٠ |
| طول الموجة | ١ م | ١٠ م | ٢٠ م |
| الذبذبة (ميجا هرتز) | ٣٠٠ | ٣٠ | ١٥ |

هذا الخط نتيجة للتغير المفاجئ في عزم دوران الاليكترون ، بالنسبة لعزم دوران نواة ذرة الهيدروجين ، ويمكن أن يكون هذين العزمين متوازيين أو متضادين في الاتجاه . ويحدث انبعثات الخط ٢١ سم عندما تنحدر طاقة أثناء انعكاس الدوران ، كما يحدث كخط إمتصاص عندما تتواجد ذرات الهيدروجين المتعادلة بين منبع راديو قوى والمشاهد . ينبعث أيضا من الهيدروجين الغير نجمى خطوطا عندما تنتقل الإليكترونات من مستوى طاقة عال إلى مستوى مجاور . ولتلك الخطوط نظيراتها في النطاق البصرى من الطيف ، على سبيل المثال خطوط بالمر (بـ الطيف) . وقد رُصدت على سبيل المثال الانتقالات من المستوى ١٦١ إلى ١٦٠ أو من المستوى ١٦١ إلى المستوى ١٥٩ . على أن ذرات الهيدروجين تصل إلى هذا المستوى العالى عندما يلتحم إليكترون مع بروتون بعد التأين . وقد تم أيضا إكتشاف خطوط إستئناف الإتحاد بالنسبة للهليوم المتأين مرة واحدة (و(من المحتمل) الكربون في النطاق الراديوى .

تنشأ خطوط الإنبعاث أو الإمتصاص في جزيئات مادة ما بين النجوم ؛ NH_3 (الأمونيا ؛ $\lambda = 120 - 126$ سم) ، H_2O (الماء ؛ $\lambda = 1348 - 164$ سم) ، CHOH (الفورمالدهايد ، $\lambda = 621 - 670$ سم) ، CO (أول أكسيد الكربون ؛ $\lambda = 26$ سم) ، CN (السيانوجين ؛ $\lambda = 264$ سم) ، HCN (هالوجين السيان ؛ $\lambda = 34$ سم) وكذلك HC_3N (سيان استيلين ؛ $\lambda = 33$ سم) عند الانتقالات بين مستويات دوران الجزيئات . وتنشأ خطوط HO (شق الهيدروكسيل) الأربعة عند $\lambda =$

١٨ سم بالتأثير المتبادل بين الاليكترون الدوار ودوران الجزيء ومن التأثير المشترك لعزم البروتون المغناطيسى مع المجال المغناطيسى للإليكترونات الداخلية . وتوجد علاقة بين شدة هذه الخطوط الأربعة في حالة التوازن

المنبعثة ، وتترشح مع ذلك منطقة أكبر إشعاع ناحية الموجات الأطول (← قوانين الإشعاع) . من هنا فإن جسا في درجة حرارة الحجره ، لا يشع في النطاق البصرى ، يمكنه أن يبعث بأشعة راديوية محسوسة . علاوة على ذلك فإن الإشعاع الراديوى الحرارى ينشأ أيضا في مناطق HII من مادة ما بين النجوم ، التى يكون فيها الهيدروجين كامل التأين وذلك عن طريق الإنتقال الحر - حر في المجالات الكهربية للأيونات (← الطيف) . أما الجزء غير الحرارى فيلعب دورا أكبر في الإشعاع الراديوى . وينبعث جزء من ذلك أثناء تذبذب البلازما . فإذا ما أزيحت الاليكترونات السالبة بالنسبة للأيونات الموجبة بقوة ما في بلازما ، أى في غاز متأين ، فإن قوة الجذب تعمل كقوة معاكسه وتؤدى إلى الذبذبات . ومن الواضح أن مثل هذه الذبذبات تنشأ من سريان تيارات بلازمية في إتجاهات مضادة أو تصادمها مع بعضها . ولا يزال المفهوم النظرى غير كامل عن تلك العملية . والإشعاع السينكروترونى غير حرارى أيضا (إشعاع الإبطاء المغناطيسى) . ينبعث هذا الإشعاع من الاليكترونات السريعة جدا (التى تناظر طاقتها تقريبا طاقة الأشعة الكونية) والتى تتحرك في مدارات حلزونية حول خطوط المجال المغناطيسى وتفقد أثناء ذلك بعض طاقتها . وللإشعاع السينكروترونى طيف مستمر وهو مستقطب ، أى أن ذبذباته تحدث في مستوى واحد . وبذلك فإن الاليكترونات لا تُشع بطريقة مماثلة في جميع الإتجاهات وإنما في الواقع في إتجاه حركتها فقط . وقد وجد أيضا في النطاق البصرى لبعض الأجسام التى عُرِفَتْ بأنها منابع راديوية إشعاعا شديدا الإستقطاب ويعتقد أن هذا ناشئ بفعل السينكروترون .

يجانب الطيف المستمر يوجد أيضا طيف خطى في النطاق الراديوى منه الانبعث والامتصاص . وأشهر هذه الخطوط هو خط ٢١ سم الذى يأتى من غاز

المستمر من الإشعاع الراديوى المميز بين الإشعاع الراديوى «العام» ، الذى يأبى بصورة منتظمة تقريبا من أماكن بعيدة فى السماء . وبين ————— المنابع الراديوية المنعزلة . والأخيرة عبارة عن مناطق متغيرة ذات إشعاع راديوى شديد يرتفع على وجه الخصوص فوق الإشعاع العام . ويتم دراسة توزيع شدة الإشعاع المستمر فى السماء عند أطوال موجية مختلفة وتسجل بعد ذلك على خرائط أيزوفوتيه (متساويات الشدة) .

وجزء من الإشعاع الراديوى ذى الطيف المستمر حرارى والجزء الآخر غير حرارى . ويحاول الباحثون فصل كل من الجزئين حسب مجرى شدة الطيف . وهذا ممكن جزئيا على الأقل لأن شدة الإشعاع غير الحرارى تناقص بدرجة أكبر ناحية الموجات القصيرة عن الإشعاع الراديوى الحرارى . ومن هنا فإن النسبة بين الجزئين تختلف تبعا لطول الموجة .

(١) ينشأ الإشعاع الراديوى الحرارى فى مناطق من غاز ما بين النجوم . الذى يوجد فيه الهيدروجين متأينا . ويمكن مشاهدة هذا الإشعاع فى النطاق الديسمى من الموجات القصيرة . وهنا يظهر هذا الإشعاع نتيجة لما ذكرنا من اختلاف فى شدة الطيف أقوى من الإشعاع غير الحرارى . عنه فى حالة الموجات الطويلة . إن مناطق H II الكثيفة جدا والتى نشاهد غير البعيد منها كسدم إنعبائية لامعه ، تشع فى الموجات الديسمرية كثير من الأشعة الراديوية الحرارية بحيث تظهر كمنايع راديوية بالنسبة لما يجاورها من مناطق ضعيفة الإشعاع الراديوى . ومناطق H II الأقل كثافة ، والتى ترى أيضا خافتة الإضاءة فى النطاق البصرى لها إشعاع راديوى خافت ومتشتت فى الموجات الديسمرية . وتتواجد مناطق H II فى الأذرع الحلزونية ولهذا فإن الإشعاع الراديوى الحرارى يأبى من المناطق على القبة السماوية التى نرى فيها سكة التبانة فى النطاق البصرى . ويستقبل أيضا إشعاع راديوى حرارى منبثقا من السدم الكوكبية .

الديناميكي الحرارى . ويحدد هذه العلاقة النظرية بين شدة الخطوط الأربعة عند مشاهدة خطوط HO كخطوط امتصاص . أما إذا ظهرت كخطوط انبعاث فيحدث عموما اختلاف كبير عن القيمة النظرية . ومن الواضح أن هناك عاملا مؤثر غير حرارى يعمل على هذا الانبعاث مثل الذى يلعب دورا كبيرا فى حالة إشعاع الميزر والليزر . ولا تزال العملية الحقيقية غير معروفة حتى الآن . شوهدت أيضا خطوط دوران من HO الصغير نجمى عند $\lambda = 6.3 \cdot 10^{-5}$ سم .

(١) الإشعاع الراديوى من المجموعة الشمسية : إن الإشعاع الراديوى للشمس وإن كان صغيرا إذا قورن بإشعاعها فى النطاق البصرى . يمكن مشاهدته بسبب البعد البسيط بيننا وبين الشمس . ويمثل إشعاع الشمس الغير مضطرب (الإشعاع الراديوى للشمس الهادئة) الإشعاع الحرارى الدائم لكل من الكروموسفير والكورونا . فوق هذا الإشعاع نجد الإشعاع المضطرب (الإشعاع الراديوى للشمس المضطربة) الذى تظهر فيه أنواع كثيرة من الإشعاع غير الحرارى . وبصوره أقرب ————— الشمس .

أمكن أيضا رصد إشعاع راديوى حرارى من ————— القمر ومن كل الكواكب باستثناء بلوتو . وهذه أمثلة لأجسام ذات درجات حرارة منخفضة . ليس لها إشعاع ذاتى فى النطاق البصرى ولكن إشعاع راديوى محسوس ينبعث منها . وغير حرارى . على العكس من ذلك . هو الإشعاع الراديوى الذى نستقبله من ————— المشتري والذى ينبعث بالإضافة إشعاعه الحرارى .

(٢) الإشعاع الراديوى من مجرة سكة التبانة : توجد أنواع عديدة من الإشعاع الراديوى لسكة التبانة ، أى من الأشعة الراديوية المجرية . التى يمكن تقسيمها إلى طيف مستمر وآخر مكون من خط أو عدة خطوط . أيضا فإنه من الممكن فى الطيف

كبيرة . مثلاً في دراسة تركيب ————— مجموعة سكة التبانة . كما أنه بواسطة خطوط إستشاف الاتحاد . عالية الاثارة . من الهيدروجين الغير نجمي وأيضا بواسطة خطوط الجزئيات يمكن دراسة سحب منفردة من ————— غاز ما بين النجوم . التي تكون أحيانا صغيرة جدا .

• (III) الإشعاع الراديوي من خارج المجرة : أمكن إستقبال إشعاع راديوي قادم من خارج مجرة سكة التبانة . وهذا الإشعاع عبارة عن إشعاع ————— المنابع الراديوية الخارجية . وقد أمكن التأكد من تطابق هذه المنابع مع أماكن مجموعات نجمية معروف مكانها بصريا . وعلى وجه العموم فإننا نميز من ناحية بين المجموعات النجمية العادية ، أي التي تُشع بدرجة قليلة في النطاق الراديوي (على سبيل المثال ينتمي إلى هذه المجموعة بالنسبة لرصد خارجي كل من سديم المرأة المسلسلة وسكة التبانة) وبين المجرات الراديوية من ناحية أخرى ، التي تُشع بدرجة كبيرة تبلغ في بعض الأحيان ملايين المرات أكبر مما تشعه المجرات العادية ، في النطاق الراديوي . وتوجد ————— المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم خارج مجرة سكة التبانة .

علاوة على هذا يوجد إشعاع راديوي خارجي يأتي بدرجة متساوية من جميع أنحاء السماء . ويتضح من تركيبه الطيفي أنه عبارة عن إشعاع جسم رمادي تبلغ درجة حرارته ٣° ك . نشأ ————— إشعاع الثلاث درجات من المرحلة الأولى التي كان عليها الكون . ————— كسمولوجي .

الإشعاع الراديوي

radioradiation
rayonnement radioélectrique (sm)
Radiostrahlung (sf)

هو ————— إشعاع الذبذبات الراديوي .

(ب) إن كل ما ينبعث من مجموعة سكة التبانة من إشعاع راديوي في الموجات الأطول من ١م هو إشعاع غير حراري . وفي الأطوال الموجية التي تزيد عن ١٠م نجد أن الإشعاع الراديوي غير الحراري أقوى من الإشعاع الحراري للسدم الإنبعائية الكثيفة ؛ لهذا فإن تلك السدم تبدو «داكنة» في وسط «لامع» . لأنها لا تسمح بنفاذ الإشعاع الغير حراري لما خلفها من مادة (أي أنها في هذا النطاق الموجي عميقة ضوئيا) . يمكن . حسب توزيع شدة الطيف على الكره السماوية التمييز بين مركبتين : (α) مركبة غير منتظمة «المركبة القرصية» وتأتي مما نراه في النطاق البصري كسكة التبانة . وهذا الإشعاع الراديوي يحتمل أن يكون ناشئا من الأذرع الحلزونية . التي ينبعث منها كإشعاع سينكروتروني من الإليكترونات سريعة الحركة في المجال المغناطيسي الغير نجمي . وقد جرت محاولات عديدة لرسم الأذرع الحلزونية بدلالة هذا الإشعاع . (β) مركبة منتظمة وقليلة الشدة . تأتي من جميع أجزاء السماء . شدة هذه المركبة أقوى ما تكون بالقرب من مستوى سكة التبانة وعند الإنجاء إلى مركز المجرة . ويعتقد أن تكون هذه المركبة ناتجة كإشعاع راديوي سينكروتروني من الإليكترونات التي تغلف مجرة سكة التبانة بطبقة رقيقة على شكل هالة مجرية . ينبعث من مركبة الهالة هذه إشعاع راديوي أكثر من المركبة القرصية ، لأنها تأتينا من حيز كبير في السماء . إلا أنه يصعب فصل هذه المركبة ، التي مازال بعض الراصدين يشك في وجودها عن الإشعاع الراديوي من خارج المجرة . أما الإشعاع الراديوي غير المستمر فينشأ في مادة ما بين النجوم وبواسطته يمكن أحيانا دراسة بعض السحب الغير نجمية ، فقد توجد هذه قريبة من بعضها بحيث لا يمكن تمييزها كمنابع منفصلة . ينطبق ذلك قبل أي شئ على سحب الهيدروجين المتعادل ، سحب H I ، التي ينبعث منها الخط ٢١سم والتي تنتظم على طول الأذرع الحلزونية . ومن هنا فإن أرصاد هذا الخط لها أهمية